

VATT TUTKIMUKSET

170

30 prosentin vähennystavoitteeseen siirtymisen energia- ja kansantaloudelliset vaikutukset

Juha Honkatukia
Tiina Koljonen
Antti Lehtilä

Juha Honkatukia, juha.honkatukia@vatt.fi, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
VATT, PL 1279, 00101 Helsinki

Tiina Koljonen, tiina.koljonen@vtt.fi, Teknologian tutkimuskeskus VTT,
PL 1000, 02044 VTT

Antti Lehtilä, antti.lehtila@vtt.fi, Teknologian tutkimuskeskus VTT, PL 1000,
02044 VTT

ISBN 978-952-274-058-8 (nid.)
ISBN 978-952-274-059-5 (PDF)

ISSN 0788-5008 (nid.)
ISSN 1795-3340 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Government Institute for Economic Research
Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki

Edita Prima Oy
Helsinki, helmikuu 2013

Kansi: Niilas Nordenswan

30 prosentin vähennystavoitteeseen siirtymisen energia- ja kansantaloudelliset vaikutukset

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT Tutkimukset 170/2013

Juha Honkatukia – Tiina Koljonen – Antti Lehtilä

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan EU:n alkuperäistä 20 prosentin päästötavoitetta tiukemman 30 prosentin päästötavoitteen toteuttamisen vaikutuksia Suomessa toimialojen, koko kansantalouden, valtiontalouden ja kuluttajien näkökulmista. Tutkimus kattaa koko energia- ja ilmastopoliittisen toimenpidekokonaisuuden ja tuottaa päivitetyn arvion kokonaisuuden energia- ja kansantaloudellisista vaikutuksista. Tutkimuksen keskeiset tulokset ovat, että tiukemmasta päästörajoitteesta aiheutuvat suorat investointikustannukset ja kansantuotteen lasku jäävät suhteellisen pieniksi. Kuluttajien hyvinvoinnilla mitattuna lisätoimien kustannus on sen sijaan suurempi ja aiheutuu ennen kaikkea taloudellisen ohjauksen tuottamista hyvinvointitappioista.

Asiasanat: Ilmastososopimus, energiajärjestelmä, kansantalous, hyvinvointi

JEL-luokat: D58, H23, Q43

Abstract

The EU is considering the adoption of a tighter emission target, to replace the agreed -20 per cent emission target already agreed on. In this study, we analyze the implications of the proposed -30 per cent EU-wide emission cut from the perspective of the Finnish economy. We use an energy system model to study the technological choices and direct energy and investment costs of the stricter target, and an applied general equilibrium model to analyse its economic implications at industry and macroeconomic levels. We find that the stricter target increases the economic costs roughly proportionally to the abatement effort and consist mostly of the welfare losses of taxation.

Keywords: Climate agreement, energy system, economy, welfare

JEL classes: D58, H23, Q43

Esipuhe

Käsillä olevassa raportissa tarkastellaan EU:n alkuperäistä 20 prosentin päästötavoitetta tiukemman 30 prosentin päästötavoitteen toteuttamisen vaikutuksia Suomessa toimialojen, koko kansantalouden, valtiontalouden ja kuluttajien näkökulmista. Tutkimus kattaa koko energia- ja ilmastopoliittisen toimenpidekokonaisuuden ja tuottaa päivitetyn arvion sen energia- ja kansantaloudellisista vaikutuksista. Tutkimuksessa tarkastellaan myös jo toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta ja arvioidaan etenkin niitä vaikutuksia, joita vuosina 2011–2015 toteutettavan energiaverouudistuksen vaikutukset ovat.

EU on asettanut koko yhteisön tasolla kolme merkittävää energia- ja ilmastopoliittista tavoitetta vuoteen 2020 mennessä. Suomen lähtökohtaiseksi tavoitteeksi tässä tarkastelussa oletetaan uusiutuvan energian osuuden lisääminen 9,5 prosentilla vuoden 2005 tasosta energian loppukäytöstä laskettuna ja päästökaupan ulkopuolelle jäävien sektoreiden päästöjen vähentäminen 16 prosentilla vuoden 2005 tasosta päästökaupasektoreiden päästöjen leikkaustavoitteen määräytyessä EU:n laajuisesti 21 prosentiksi. Tätä tiukempia tavoitteita tarkastellaan ennen kaikkea kasvihuonekaasupäästöjen osalta, joille koko EU:ssa oletetaan asetettavan 30 prosentin vähennystavoite.

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT ja Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT ovat tuottaneet raportin työ- ja elinkeinoministeriön, ympäristöministeriön sekä valtiovarainministeriön toimeksiannosta.

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Tiukemman päästötavoitteen vaikutukset Suomen energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasupäästöjen kehityksiin	3
2.1 VTT:n energiajärjestelmämallin ja lähestymistavan kuvaus	3
2.2 Skenaarioiden lähtötiedot	5
2.2.1 Energia- ja ilmastopolitiikka	5
2.2.2 Oletukset liittyen uusiutuviin energialähteisiin ja ydinvoimaan	7
2.2.3 Oletukset liittyen teolliseen rakenteeseen ja teollisuustuotteiden tuotantomääriin	7
2.3 Energiajärjestelmätulokset perusuralla ja politiikkaskenaariossa	8
2.3.1 Energian kysynnän kehitys perusuralla ja politiikkaskenaariossa	8
2.3.2 Energian tuotannon kehitys	11
2.4 Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys	13
2.5 Kustannusten ja energianhintojen kehitys	19
3 Tiukemman päästötavoitteen kansantaloudelliset vaikutukset	22
3.1 Kansantaloudellisen mallin kuvaus	22
3.2 Kansantalouden kehitystä koskevat oletukset	23
3.3 30 prosentin vähennyksen päästötavoitteen kansantaloudelliset vaikutukset	29
4 Johtopäätökset	41
Lähteet	

1 Johdanto

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan EU:n alkuperäistä 20 prosentin päästötavoitetta tiukemman 30 prosentin päästötavoitteen toteuttamisen vaikutuksia Suomessa toimialojen, koko kansantalouden, valtiontalouden ja kuluttajien näkökulmista. Tutkimus kattaa koko energia- ja ilmastopoliittisen toimenpidekokonaisuuden ja tuottaa päivitetyn arvion tämän kokonaisuuden energia- ja kansantaloudellisista vaikutuksista. Tutkimuksessa tarkastellaan myös jo toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta ja arvioidaan etenkin vuosina 2011–2015 toteutettavan energiaverouudistuksen vaikutuksia.

EU on asettanut koko yhteisön tasolla kolme merkittävää energia- ja ilmastopoliittista tavoitetta vuoteen 2020 mennessä. Suomen lähtökohtaiseksi tavoitteeksi tässä tarkastelussa oletetaan uusiutuvan energian osuuden lisääminen 9,5 prosentilla vuoden 2005 tasosta energian loppukäytöstä laskettuna ja päästökaupan ulkopuolelle jäävien sektoreiden päästöjen vähentäminen 16 prosentilla vuoden 2005 tasosta päästökauppasektoreiden päästöjen leikkaustavoitteen määräytyessä EU:n laajuisesti 21 prosentiksi. Tätä tiukempia tavoitteita tarkastellaan ennen kaikkea kasvihuonekaasupäästöjen osalta, joille koko EU:ssa oletetaan asetettavan 30 prosentin vähennystavoite.

Politiikkasimulointien lähtökohtana on päivitetty skenaario kansantalouden ja energiajärjestelmän kehityksestä vuoteen 2030 mennessä. Perusurassa otetaan huomioon jo päätetyt vuoden 2020 päästö- ja uusiutuvan energian lisäämistimenpiteet, mutta niiden ei oleteta automaattisesti toteutuvan kaikilta osin. Tutkimuksen ensimmäinen tulos onkin arvio siitä, riittävätkö jo päätetyt toimenpiteet vuoden 2020 tavoitteiden saavuttamiseen. Poikkeuksen muodostaa uusiutuvan energian lisäystavoite, jonka osalta osa tavoitteista asetettiin laskelmien lähtökohdaksi perusuralla. Hankkeessa käytetyssä lähestymistavassa uusiutuvien kaikkia tukimuotoja, kuten feed-in-tukea tuulienergialle ja metsähankkeen käytölle, ei pystytty mallintamaan, joten tältä osin toimenpiteiden tehokkuutta ei pystytty arvioimaan.

Tiukempaan ei-päästökauppasektorin päästötavoitteeseen pyrkimiseen vaadittavien toimien tarkastelussa otetaan huomioon sekä energiatehokkuuden lisäämismahdollisuudet perustuen eri hallinnonalojen omiin arvioihin tehostumismahdollisuuksista ja tarvittavista ohjaustoimista sekä VTT:n arvioihin käytettävissä olevista päästövähennyskeinoista ja -kustannuksista rakennus- ja kiinteistötoimialoilla, liikenteessä, jätehuollossa, maa- ja metsätaloudessa sekä teollisuudessa siltä osin, kun se ei kuulu päästökaupan piiriin. Uusiutuvien energianlähteiden osalta lähtökohdan muodostavat sekä biopolttoaineiden käytölle asetettavat sekoitevelvoitteet että muussa energiajärjestelmässä toteutettavissa olevat uusiutuvan energian osuuden lisäämiseen pyrkivät toimet. Simulaatioissa otetaan myös huomioon päästökaupan vaikutus energian hintaan.

Energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä arvioidaan sekä perusuralla että politiikkasimuloinneissa VTT:n energiajärjestelmämallilla, jonka tulokset raportoidaan tutkimuksen toisessa luvussa. VTT:n energiajärjestelmämallilla lasketut tulokset muodostavat lähtökohdan päästötavoitteen kiristämisen vaikutusten kansantaloudelliselle arvioinnille. Luvussa kaksi on muun muassa esitelty energian kysynnän, energian tuotantorakenteen, kasvihuonekaasupäästöjen ja niiden vähentämiseen liittyvien kustannusten kehitystä perusuralla ja politiikkaskenaariossa. Energiajärjestelmän kehitystä koskevat tulokset on esitetty vuoteen 2050 asti, vaikka tutkimuksessa määritelty tarkastelujakso ulottui ainoastaan vuoteen 2030 asti.

Kansantaloudellisessa tarkastelussa keskitytään taloudellisiin ohjauskeinoihin ja niiden vaikutuksiin kansantaloudessa ja valtiontaloudessa ottaen energiajärjestelmässä tapahtuvat muutokset – investoinnit uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen – energiajärjestelmämallin tuloksista. Jo toteutettujen taloudellisten ohjaustoimien vaikutusta verrataan vertailuskenaarioon, jossa energiaverouudistus olisi jätetty toteuttamatta. Tiukemman päästötavoitteen kansantaloudelliset vaikutukset kuvataan luvussa kolme, jossa kuvataan myös kansantalouden kehitystä perusuralla. Vuosien 2011–2015 energiaverouudistuksen vaikutuksia arvioidaan luvussa neljä. Viimeisessä luvussa esitetään tutkimuksen johtopäätökset.

2 Tiukemman päästötavoitteen vaikutukset Suomen energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasupäästöjen kehityksiin

2.1 VTT:n energiajärjestelmämallin ja lähestymistavan kuvaus

Suomen energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä on arvioitu TIMES-VTT –mallilla, joka pohjautuu IEA-yhteistyössä kehitettyyn globaaliin IEA-ETSAP-malliin (ks. Loulou ym. 2005 ja Loulou & Labriet 2007). TIMES-VTT –malli on myös globaali energiajärjestelmämalli, mutta verrattuna IEA-ETSAP-malliin VTT:n mallin aluejakoa on Euroopan osalta merkittävästi tarkennettu. TIMES-VTT -mallissa Suomen, Ruotsin, Norjan ja Tanskan energiajärjestelmät ovat kuvattuina yksityiskohtaisesti maittain ja muu Eurooppa on jaettu Itä- ja Länsi-Eurooppaan. Venäjän energiajärjestelmä on mallinnettu yhtenä alueena. Pohjoismaisen mallinnusnäkökulman vuoksi mallista on käytetty myös nimeä Nordic TIMES, ja sitä on aiemmin käytetty muun muassa pohjoismaisissa tutkimushankkeissa (ks. Teir ym. 2010 ja Koljonen & Lehtilä 2010).

VTT:n toteuttamissa aiemmissa taustaselvityksissä liittyen kansalliseen energia- ja ilmastopoliittiseen päätöksentekoon on käytetty Suomen TIMES-energiajärjestelmämallia, jossa on kuvattuna ainoastaan Suomen energiajärjestelmä (ks. Lehtilä ym. 2008 ja Forsström ym. 2010). Laajemmassa TIMES-VTT –mallissa on kuvattuna pohjoismainen sähkömarkkina, globaali energiahyödykkeiden kauppa ja mallinnusalueiden välinen infrastruktuuri, mikä on TIMES-VTT-mallin ehdoton vahvuus verrattuna Suomen TIMES-malliin. Ilmastopoliittikkaskenaarioissa kasvihuonekaasupäästötavoitteet ja päästökauppa voidaan mallintaa globaalilla tasolla tai alueittain, eli esimerkiksi ottaen huomioon EU-laajuinen päästökauppa. TIMES-VTT-mallissa on kuvattuna kaikki Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasupäästöt sekä niiden vähennystekniikat ja -kustannukset, joten mallinnusmenetelmä soveltuu erityisen hyvin ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen arviointiin, joka oli tämän työn yksi päätehtävistä.

Energiajärjestelmätarkasteluissa otetaan huomioon koko energiajärjestelmän kehitys kattaen polttoaineen ja energian tuotannon, siirron, jakelun sekä käytön kaikilla sektoreilla ja lisäksi mallissa on kuvattuna myös jätesektori. Energiajärjestelmän kehitystä arvioidaan sekä teknologian kehityksen että kustannusten kehityksen näkökulmista: mallitarkasteluissa otetaan huomioon uuden, vähäpäästöisemmän teknologian käyttöönotto, johon investoidaan kattamaan kasvava energiapalveluiden tarve, korvaamaan nykyisen energiajärjestelmän poistumaa sekä toteuttamaan annetut politiikkatavoitteet minimikustannuksin. TIMES-mallin laaja tietokanta sisältää yksityiskohtaisen kuvauksen nykyisestä energiajärjestelmästä ml. energiantuotanto ja –siirtojärjestelmä, rakennuskanta, auto- ja

muu liikennevälinekanta, eri teollisuustuotteiden tuotantoprosessit ja -laitokset sekä maa-, metsä- ja kaivannaisteollisuus. Mallin tietokanta sisältää myös arviot nykyisen energiajärjestelmän poistumasta, kuten nykyisten energiantuotantolaitosten, rakennusten ja autokannan poistumasta. Alla on esitetty yhteenveto TIMES- VTT -mallin tärkeimmistä ominaisuuksista:

- eri polttoaineiden reservit ja resurssit sekä uusiutuvien energialähteiden tekniset potentiaalit (ks. Koljonen ym. 2009 & Ruska ym. 2012)
- polttoaineiden tuotantoprosessit ja tuotantokustannukset
- energian muuntoprosessit ja tekniikat ml. uudet tekniikat ja nykyisten teknologioiden kehitys sekä niiden kasvihuonekaasupäästöt
- polttoaineiden ja energian kuljetus, siirto ja jakelu
- hiilidioksidin erotus energiantuotanto- ja teollisuusprosesseista sekä hiilidioksidin kuljetus ja varastointi
- energian käyttö ja kasvihuonekaasupäästöt kaikilla sektoreilla: liikenteessä, rakennuksissa, teollisuudessa, maa- ja metsätaloudessa sekä kaivannaisteollisuudessa
- arviot jätteiden määrien kehityksestä sekä jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt
- Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasupäästöjen vähennystekniikat ja niiden kustannukset.

TIMES-VTT -mallin laskema energian kulutus on riippuvainen useasta eri tekijästä. Perusurassa mallin käyttämiä lähtötietoja ovat:

- talouden eri sektoreiden kehitykset, eli energiaa käyttävien teollisuussektoreiden, kotitalouksien, palvelujen, maa- ja metsätalouden ja kaivannaisteollisuuden kehitykset
- nykyinen auto- ja muu liikennevälinekanta sekä liikkumis- ja kuljetustarpeiden kehitykset
- nykyinen rakennuskanta sekä asuinpinta-alan kehitys rakennustyypeittäin
- teollisuuden eri tuotteiden kysynnän kehitykset

- nykyiset energia- ja ilmastopoliittiset ohjauskeinot ml. energia- ja päästöverot, tuet, päätetyt energian käytön tehostamista koskevat määräykset, säädökset, jne..
- nykyisen energiajärjestelmän laskennallinen poistuma ja uuden teknologian oletettu kehitys sekä teknisten parametrien että kustannusten osalta.

TIMES-VTT -malli on kalibroitu toteuttamaan Tilastokeskuksen raportoiman Suomen energiataseen vuodelle 2010. Kappaleessa 2.3. esitetyissä skenaariotuloksissa on esitetty myös vuoden 2005 energia- ja kasvihuonekaasupäästötase, joka on EU:n energia- ja ilmastotavoitteiden asetannan referenssivuosi.

2.2 Skenaarioiden lähtötiedot

2.2.1 Energia- ja ilmastopoliitiikka

Tässä työssä oletettiin EU-laajuisen päästökaupan jatkuvan vuonna 2013 voimaan tulevan päästökauppasektorin rajauksen mukaisesti. Perusurassa on huomioitu EU:n Suomelle asettamat tavoitteet uusiutuvien energiamuotojen ja ei-päästökauppasektorin (EPK-sektori) kasvihuonekaasupäästövähennysten osalta. Päästökauppasektorin investointien kehitystä ohjaa päästöoikeuden hinnan kehitys, joka oli tässä työssä määritetty sekä perusuralle että politiikkaskenaariolle vuoteen 2030 asti. Vuoden 2030 jälkeen päästöoikeuden hinta on oletettu vakioiksi (vrt. Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Oletettu päästöoikeuden hinnan kehitys perusuralla ja politiikkaskenaariossa. Oletuksena on, ettei hinta muutu vuoden 2030 jälkeen, jolloin saadaan käsitys siitä, mitä tapahtuu, jos uutta politiikkaa ei kehitetä vuoden 2030 jälkeiselle ajalle.

Vuosi	2010	2020	2030	2050
Perusura, €/t CO ₂	7	10	20	20
Politiikkaskenaario, €/t CO ₂	7	20	30	30

EU on asettanut Suomelle sitovan tavoitteen vähentää ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2020 mennessä. **Perusurassa EPK-sektorin päästövähennystavoite on 16 prosenttia** vuoden 2005 tasosta. Politiikkaskenaariossa on oletettu EU:n kiristävän päästövähennystavoitettaan 30 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Kansallisia tavoitteita ei ole vielä määritelty tiukemmassa tavoitteessa, mutta komissio on arvioinut, että EU-laajuinen EPK-sektorin tavoite kiristyisi 10 prosentista 16 prosenttiin tiukempaan tavoitteeseen siirryttäessä (EC 2010). Aiemmassa VTT:n toteuttamassa selvityksessä (Lindroos ym. 2011) on arvioitu Suomen tavoitetta EU:n tiukemmassa tavoitteessa käyttäen samoja taa-

kanjakoperiaatteita kuin nykyisessä taakanjaossa, joka on otettu lähtökohdaksi myös tässä työssä. **Politiikkaskenaariossa EPK-sektorin päästövähennystavoitteeksi asetettiin siten 23 prosenttia** vuoden 2005 tasosta.

Päästökaupan piiriin luokiteltavat päästöt muuttuvat vuosina 2012 ja 2013, jolloin esimerkiksi kansallinen lentoliikenne ja typpihapon tuotanto siirtyvät ei-päästökauppasektorilta päästökauppasektorille. Tässä työssä tärkeä oletus oli, että typpihapon tuotannon kasvihuonekaasupäästöt luokitellaan päästökaupan piiriin. Näin ollen vuoden 2005 jälkeen jo toteutunutta typpihapon valmistukseen liittyvää N₂O-päästöjen vähennystä ei ole otettu huomioon Suomen EPK-sektorin tavoitteessa, vaan jo toteutuneiden päästövähennysten on oletettu kuuluvan päästökaupan piiriin.

Tässä työssä energiajärjestelmäskenaarioiden annettuja lähtötietoja **perusuralle** ovat:

- arviot metsä- ja metalliteollisuuden tuotantomääristä (tonnia/vuosi) vuoteen 2030 asti
- oletettu tuulivoimatuotannon minimikehitys vuoteen 2020 asti ja ydinenergiantuotanto vuoteen 2030 asti
- metsähankkeen minimikäyttö kaukolämmön tuotannossa vuoteen 2020 asti
- biopolttoaineen minimiosuus liikenteessä vuoteen 2020 asti
- päästöoikeuden hinta laskentavuosina
- ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasujen päästövähennystavoite vuodelle 2020 perusuralla ja politiikkaskenaariossa.

Polttoaineiden, sähkön ja kaukolämmön hinnat määräytyvät ns. endogeenisesti, eli kyseessä on TIMES-VTT -mallin laskema kysynnän ja tarjonnan globaali tasapainohinta, joka määräytyy pitkän aikavälin marginaalikustannusten perusteella. Fossiilisten polttoaineiden osalta malli on kalibroitu tuottamaan minimissään IEA:n esittämät polttoaineiden tuontihinnat World Energy Outlook 2011-lähteen (IEA 2011) mukaisesti. Fossiilisten polttoaineiden hinta-arvioon vaikuttaa siten merkittävästi TIMES-VTT -mallin laskema polttoaineiden globaali kysyntä, joka on riippuvainen muun muassa oletetusta globaalista ja alueellisesta talouskehityksestä, ilmastopolitiikasta sekä uuden energiateknologian kehityksestä ja käytönotosta. Epävarmuutta polttoaineiden hintakehitykseen tuo pitkän aikavälin arviot energian kysynnän kehityksestä erityisesti Aasiassa ja toisaalta investointien kehitys uuteen polttoaineiden tuotantoinfrastruktuuriin (ks. Koljonen & Lehtilä 2012 ja Koljonen ym. 2012).

2.2.2 Oletukset liittyen uusiutuviin energialähteisiin ja ydinvoimaan

Kuten edellä esitettiin, perusurassa on oletettu Suomen toteuttavan sille asetetut uusiutuvien energialähteiden käytön tavoitteet. Tuulivoimalle on perusurassa asetettu 6 TWh minimitalavoite vuodelle 2020, joka vastaa Suomen kansallisessa toimintasuunnitelmassa esitettyä tavoitetta (TEM 2010). Metsähakkeen käytölle kaukolämmön tuotannossa on asetettu 48 PJ minimitalavoite vuonna 2020. Lisäksi lämpöpumpuille on oletettu 6 TWh vähimmäistavoite vuonna 2020, mikä on alhaisempi kuin mitä on esitetty Suomen kansallisessa toimintasuunnitelmassa (8 TWh). Toimintasuunnitelman julkaisun jälkeen lämpöpumpuille allokoituja tukia on vähennetty, jonka vuoksi laskelmien vähimmäistavoitetta myös pienennettiin.

Biopolttoaineen minimiosuudeksi tieliikenteessä on asetettu 15 prosentin tieliikenteen energiakäytöstä perusurassa. Prosenttiosuus on sama sekä bensiinin että dieselin käytölle. Tämä vastaa Suomen kansallisessa toimintasuunnitelmassa esitettyä 20 prosentin tavoitetta, jossa on oletettu, että vuonna 2020 osa käytetystä biopolttonesteestä olisi ns. tuplalaskettavaa toisen sukupolven biopolttoainetta.

Ydinenergian tuotannosta on oletettu, että Suomen 5. ydinreaktori otetaan käyttöön Olkiluodossa vuosien 2014–2015 aikana, jonka jälkeen ydinenergian tuotanto laskelmissa kasvaa 34,9 TWh:in. Valtioneuvosto teki 6.5.2010 myönteisen periaatepäätöksen kahdesta uudesta ydinvoimalaitosyksiköstä, jotka myös toteutuvat perusuralla. Toisaalta Loviisan vanhat reaktorit poistuisivat käytöstä vuoden 2030 jälkeen, minkä vuoksi ydinenergian tuotanto laskee skenaariotarkasteluissa tasolle 52 TWh vuosina 2030–2050.

2.2.3 Oletukset liittyen teolliseen rakenteeseen ja teollisuustuotteiden tuotantomääriin

Tässä työssä on oletettu, että Suomen prosessiteollisuus säilyy nykyisen kaltaisena vuoteen 2050 asti, eli teollisuuden tuotevalikoimat metsä-, metalli-, ja kemiateollisuudessa sekä ja muussa teollisessa tuotannossa säilyvät nykyisellään ja tuotantomäärät kasvavat hyvin maltillisesti nykyiseen verrattuna. On selvää, että teollisuussektorin kehitykseen liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä, joita ei ole otettu huomioon tässä työssä. Energiajärjestelmätarkastelujen näkökulmasta merkittäviä sektoreita ovat paljon energiaa käyttävät ja/tai Suomen kasvihuonekaasupäästötaseen kannalta merkittävät päästölähteet eli metsä- ja metalliteollisuus. Taulukossa 2.2. on esitetty laskelmissa määritetyt metsä- ja metalliteollisuuden tuotantomäärät, jotka on oletettu samoiksi sekä perusurassa että politiikkaskenaariossa. Vuoden 2030 jälkeen tuotantomäärien on oletettu pysyvän vuoden 2030 tasolla.

Taulukko 2.2. Oletetut metsä- ja metalliteollisuuden tuotantomäärät perus- ja politiikkaskenaarioissa

	2010	2020	2030	2050
Paperi ja kartonki, 1000 t	11 800	12 000	12 600	12 600
Puutavara, 1000 m ³	10 700	11 800	11 800	11 800
Teräksen tuotanto, 1000 t	4 200	4 900	4 900	4 900
Muut metallit, 1000 t	1 000	1 300	1 300	1 300

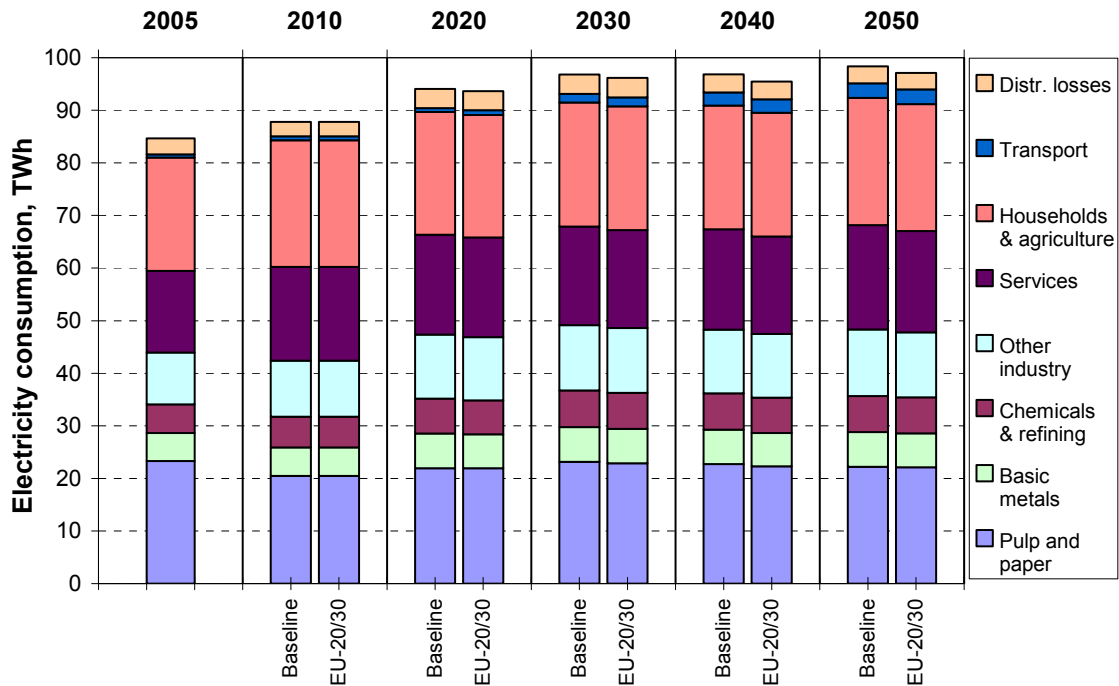
2.3 Energiajärjestelmätulokset perusuralla ja politiikkaskenaariossa

2.3.1 Energian kysynnän kehitys perusuralla ja politiikkaskenaariossa

Kuvassa 2.1 on esitetty sähkön kysynnän kehitys perusuralla ja politiikkaskenaariossa eri energiankäyttösektoreilla. Sähkön kulutus kasvaa koko tarkastelujakson, mutta jaksolla 2020–2050 sähkön kulutuksen kasvu on hyvin maltillista, alle puoli prosenttia vuodessa.

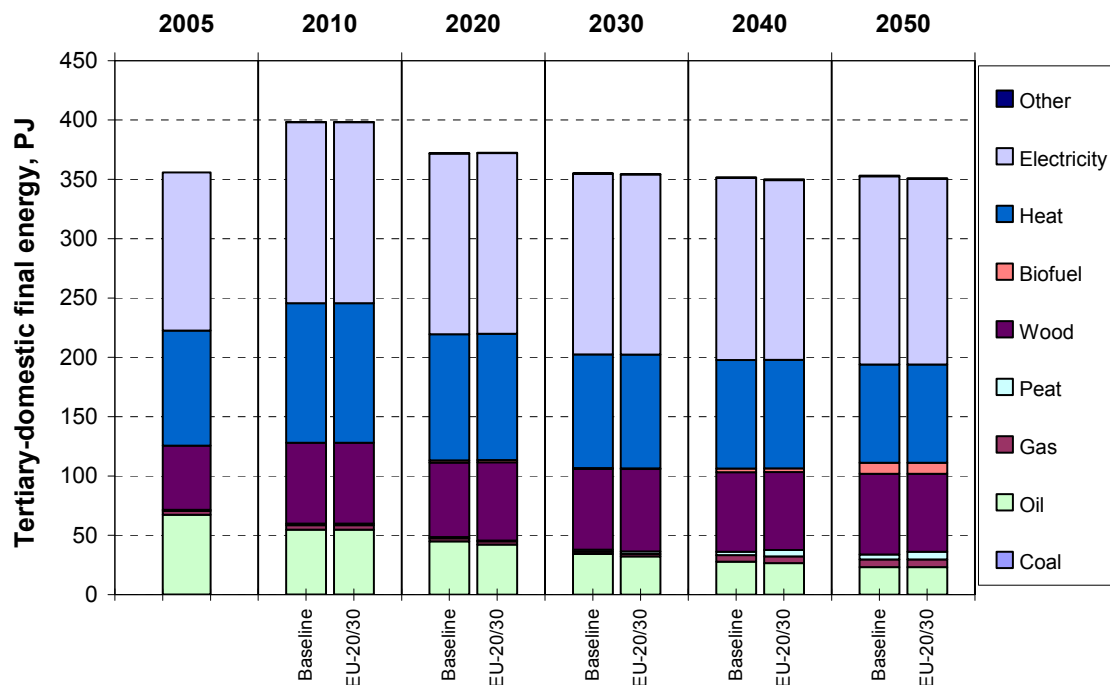
Vuoden 2020 tilanteessa kiristyvän päästötavoitteen vaikutus sähkön kulutukseen on hyvin vähäinen, sen sijaan oletetut korkeammat päästöoikeuden hinnat politiikkaskenaariossa näkyvät alhaisempana sähkönkulutuksena perusuraan verrattuna. Teollisuuden sähkönkulutus kasvaa oletettujen tuotantomäärien kasvaessa vuoteen 2030 asti ja teollisuuden osuudeksi Suomen sähkönkulutuksesta saadaan noin 50 prosenttia koko tarkastelujaksolla. Kuten edellä jo todettiin, Suomen teollisuuden kehitykseen liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä, joten sähkön kysyntäarviota on tarpeen tarkistaa, mikäli teollisuuden tuotantoarviot muuttuvat merkittävästi esitetyistä.

Kuva 2.1 Sähkön kysynnän kehitys eri energiankäyttösektoreilla perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30)

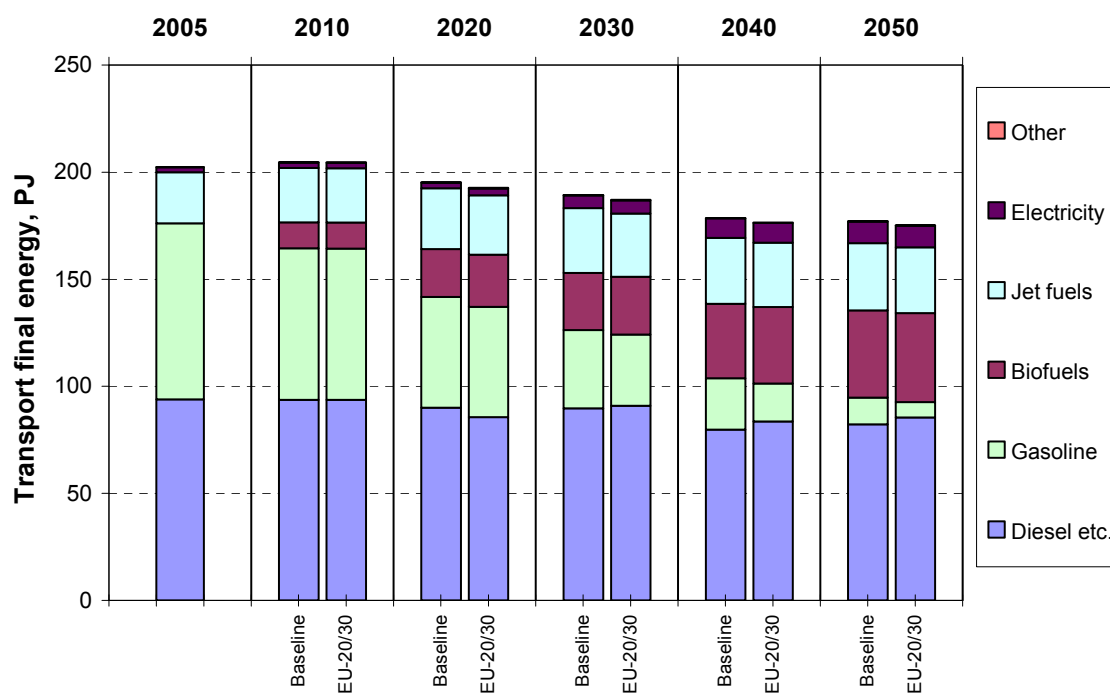


Kuvissa 2.2 ja 2.3 on esitetty energian kulutuksen kehitykset kotitalouksissa ja palvelusektorilla sekä liikenteessä. Molemmilla sektoreilla energiankulutus pienenee tasaisesti, mutta jälleen erot perusuran ja politiikkaskenaarion välillä ovat hyvin pienet. Kotitalouksissa ja palvelusektorilla sähkön osuus loppuenergiankulutuksesta kasvaa, kun investoidaan lämpöpumppuihin ja lisäksi oletetun palvelusektorin kasvun myötä. Samalla myös lämmityksen tarve pienenee, kun rakennusten energiatehokkuus kasvaa sekä perusuralla että politiikkaskenaariossa. Myös liikenteessä nähdään sähkön kulutuksen merkittävä kasvu ja toisaalta energian käytön tehostuminen. Vuonna 2050 sähkön osuus liikenteen energiankulutuksesta jää kuitenkin alhaiseksi, alle kuuden prosentin.

Kuva 2.2 Kotitalouksien, palvelusektorin ja maatalouden energian kulutuksen kehitys energialähteittäin perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30)



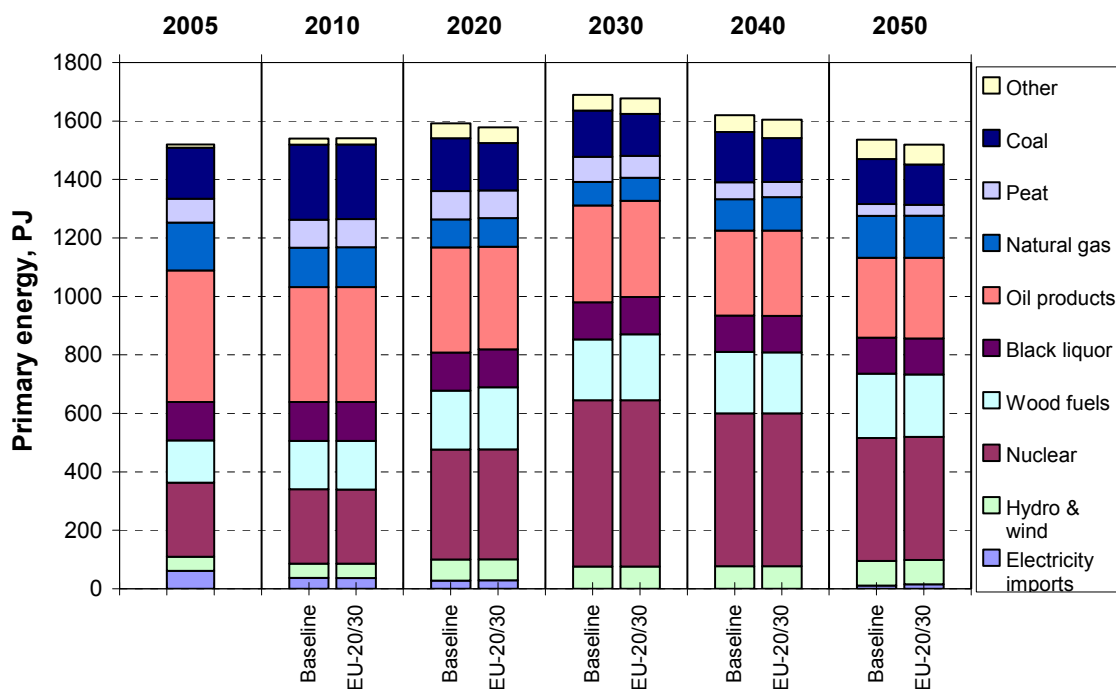
Kuva 2.3 Liikenteen energiankulutuksen kehitys perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30). Maakaasun kulutus liikenteessä on hyvin pieni ja sisältyy Other-luokkaan.



2.3.2 Energian tuotannon kehitys

Kuvassa 2.4 on esitetty Suomen primäärienergian tuotannon kehitys energialähteittäin mukaan lukien sähkön tuonti ja kuvassa 2.5 Suomen sähkön hankinnan kehitys vuoteen 2050 asti perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30). Kuvasta 2.4 nähdään, että energian tuotanto annetuilla lähtöoletuksilla kasvaa vuoteen 2030 asti, jonka jälkeen energian kysyntä kääntyy laskuun. Toisaalta erot energian kysynnöissä perus- ja politiikkaskenaarioiden välillä ovat hyvin pienet; politiikkaskenaariossa primäärienergian kysyntä on maksimissaan noin pari prosenttia pienempi kuin perusuralla. Kivihiilen, turpeen ja öljyn käytöt pienenevät tasaisesti vuosien 2010 ja 2050 välillä sekä perusuralla että politiikkaskenaariossa. Maakaasun käyttö pienenee vuoteen 2030 asti, mutta Loviisa 1:n poistuma lisää maakaasun kysyntää vuoden 2030 jälkeen. Kaikkien uusiutuvien energialähteiden kysyntä kasvaa vuoteen 2030 asti kasvavan päästöoikeuden hinnan ja kirstyntyneen ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasupäästövähennystavoitteen myötä. Puupolttoaineiden kysyntä kasvaa eniten vuosien 2010-2020 välillä, ja vuonna 2020 puun käyttö laskelmien mukaan olisi 200 PJ perusuralla ja 210 PJ politiikkaskenaariossa.

Kuva 2.4 Primäärienergian kysynnän kehitys perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30)

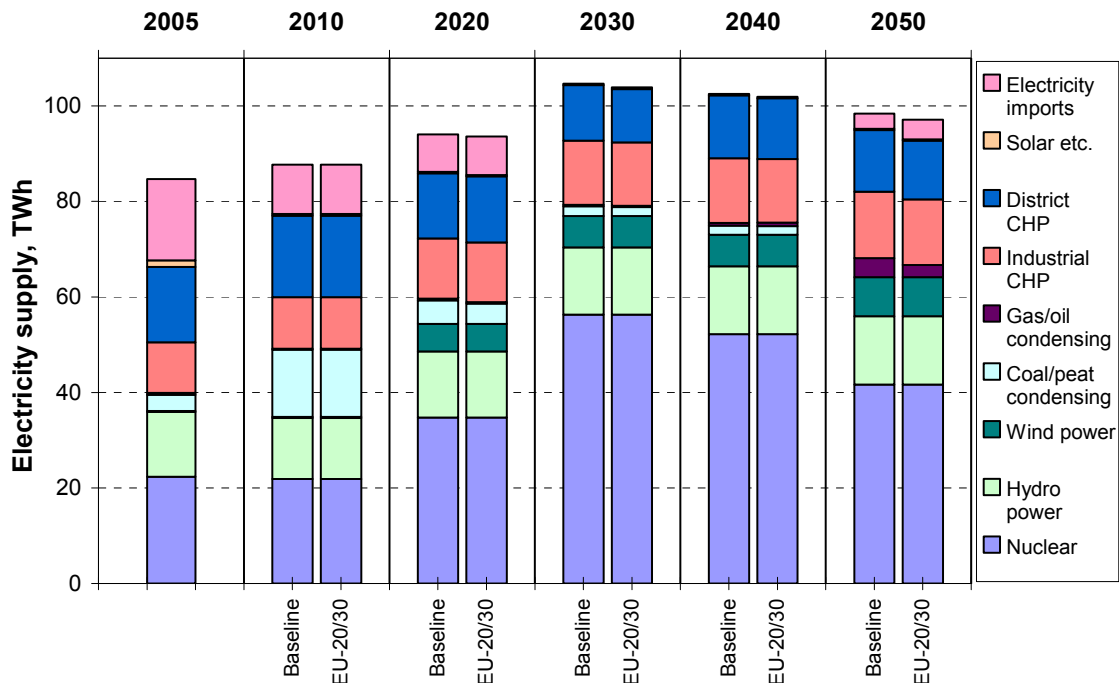


Kuvasta 2.5 nähdään ydinvoimainvestointien vaikutus Suomen sähkönhankintaan. Vuonna 2020 Suomi olisi esitetyillä lähtöoletuksilla sähkön nettotuotaja, mutta vuonna 2030 ydinvoimatuotannon ollessa huipussaan Suomi voisi olla sähkön nettoviejä. Tuonti/vienti-tasapainoon luonnollisesti vaikuttavat paitsi Suomen

sähkön kysynnän kehitys myös Pohjoismaiden, Keski-Euroopan ja Venäjän energiajärjestelmien ja energiankysynnän kehitykset sekä markkinaintegraation kehitys kyseisten alueiden välillä¹, joten esitettyjä laskelmia voidaan pitää ainoastaan suuntaa-antavina.

Kuvan 2.5 tuloksissa merkittävää on myös lauhdetuotannon häviäminen lähes kokonaan Suomen sähköntuotantorakenteesta. Tähän vaikuttaa ikääntyvän lauhdetuotannon poistuma Suomessa, merkittävät investoinnit uuteen uusiutuvaan tuotantoon sekä Suomessa että Pohjoismaissa ja lisäksi investoinnit ydinvoimaan Suomessa ja Ruotsissa, jossa oletetut investoinnit liittyvät nykyisten laitosten tehonkorotuksiin sekä oletettuun käytettävyyden lisääntymiseen. Suomen tuuli-voimatuotanto kasvaa noin 7 TWh:in vuonna 2030 sekä perusuralla että politiikkaskenaariossa, mikä osaltaan lisää säätövoiman tarvetta. Tämä on otettu huomioon myös TIMES-VTT -laskelmissa, mutta asiaa tulisi tarkastella tarkemmin myös muilla laskentamalleilla, jotka huomioivat tarkemmin vaihtelevan tuotannon vaikutukset investointien kannattavuuteen. Yhdyskuntien CHP-kaukolämpö pienenee rakennusten energiatehokkuuden kasvaessa, kun taas teollisuuden CHP kasvaa hieman teollisen tuotannon kasvun vuoksi (vrt. Taulukko 2.2).

Kuva 2.5 Sähkön hankinta perusuralla (Baseline) ja politiikkaskenaariossa (EU-20/30)



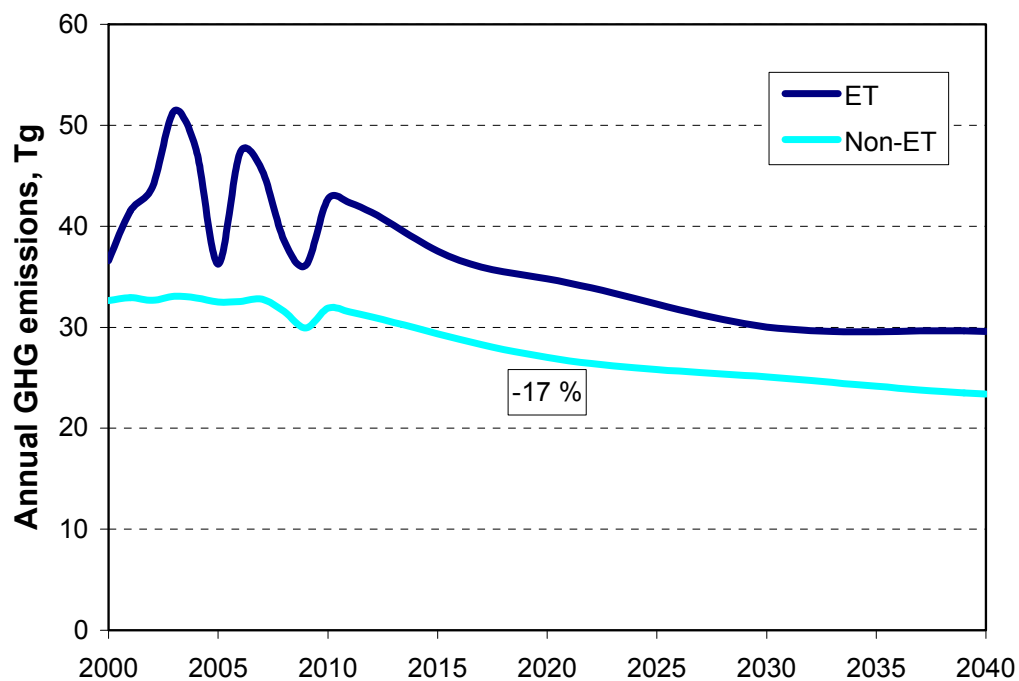
¹ VTT-TIMES-mallin optimoinnissa on mukana myös investoinnit uuteen sähkönsiirtokapasiteettiin eri maiden ja laskenta-alueiden välillä, mutta investoinneille on määritetty tietyt maksimirajat perustuen nykyisin tiedossa oleviin investointisuunnitelmiin.

2.4 Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys

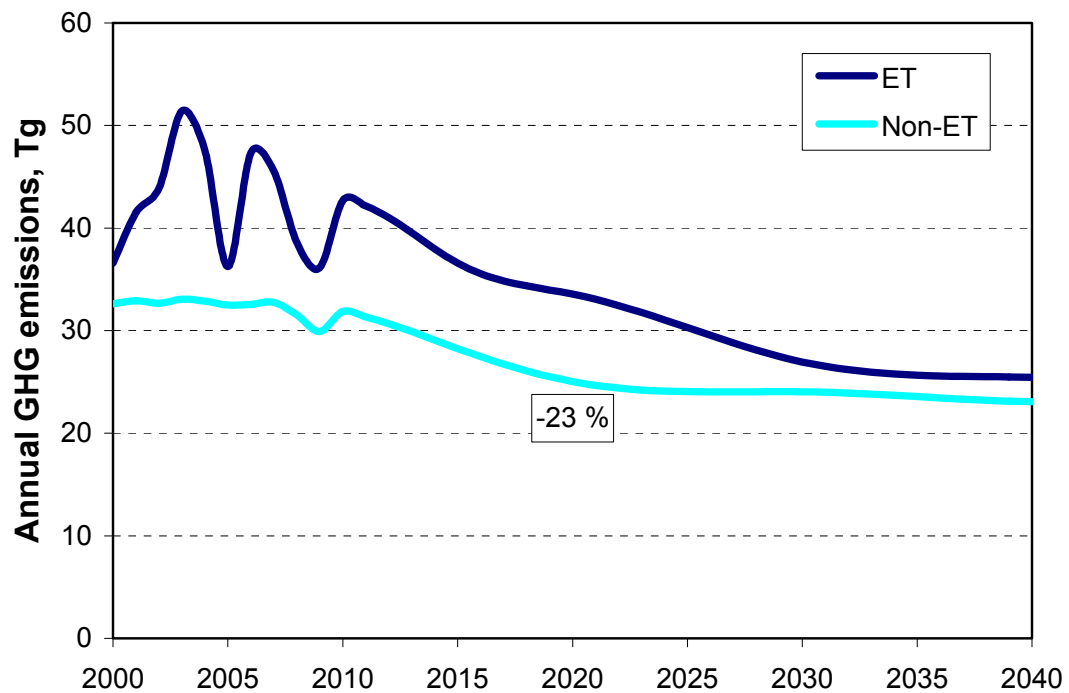
Kuvissa 2.6 ja 2.7 on esitetty päästökauppa ja ei-päästökauppasektorien kasvihuonekaasupäästöjen (khk-päästöjen) kehitys perusuralla ja politiikkaskenaariossa. Kuvassa 2.8 on esitetty Suomen khk-päästöjen kehitys sektoreittain ja kuvassa 2.9 erikseen ei-päästökauppasektorille. Skenaariolaskelmissa Suomen khk-päästöt pienenevät vuoden 2010 toteutuneisiin khk-päästöihin verrattuna 12,5 Mt CO₂ eq perusskenaariossa ja 16,1 Mt CO₂ eq politiikkaskenaariossa. Päästökauppasektorin khk-päästöt pienenevät vuoteen 2030 asti päästöoikeuden ja fossiilisten polttoaineiden hintojen nousun vuoksi sekä perusuralla että politiikkaskenaarossa. Suurin päästökauppasektorin päästöjen vähennys on seurausta fossiilisia polttoaineita käyttävän lauhdetuotannon pienenemisestä (vrt myös kuva 2.5). Ei-päästökauppasektorilla tiukempi päästötavoite puolestaan johtaa tilanteeseen, jossa oletettu päästöoikeuden hinta päästökauppasektorilla ja toisaalta fossiilisten polttoaineiden hinnan kasvut eivät enää merkittävästi ohjaisi investointeja vuoden 2020 jälkeen.

Tarkasteltaessa vuoden 2020 tilannetta kuvan 2.8 perusteella, voidaan todeta, että politiikkaskenaariossa khk-päästöjä siirtyy EPK-setorilta PK-sektorille. Tämä näkyy sähkön ja kaukolämmön tuotannon khk-päästöjen kasvuna politiikkaskenaariossa. Toisaalta politiikkaskenaariossa teollisuus vähentää khk-päästöjään lähes 2 Mt CO₂ eq enemmän kuin perusskenaariossa, joten päästökauppasektorin nettopäästöt ovat politiikkaskenaariossa noin 2 Mt CO₂ eq pienemmät kuin perusskenaariossa.

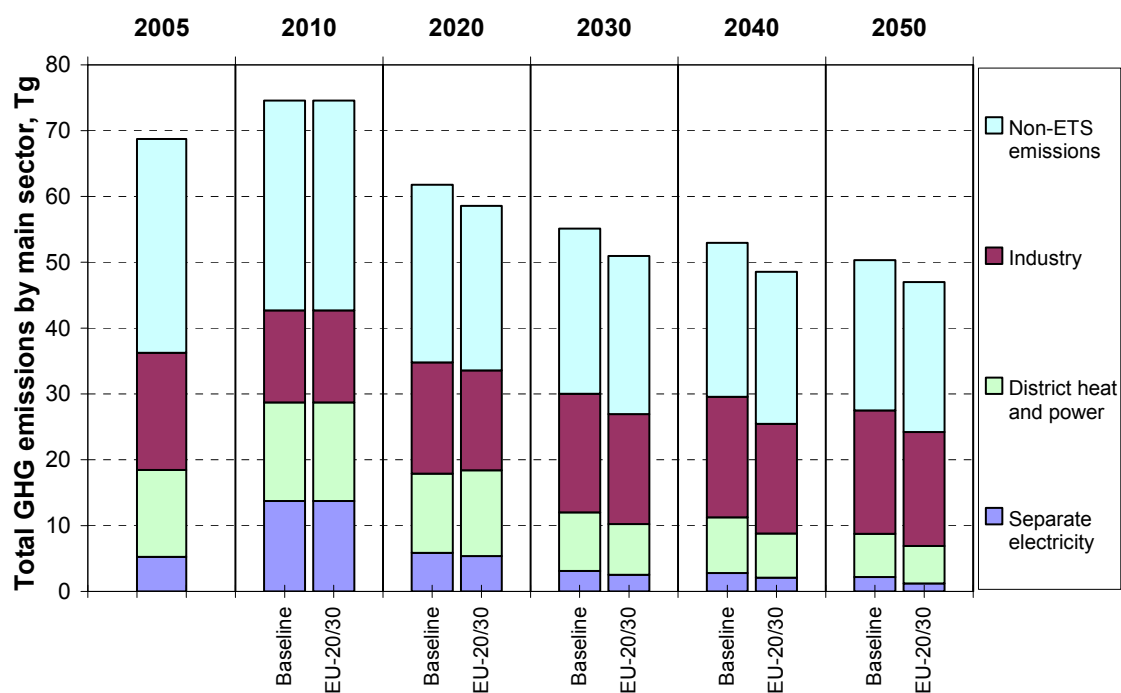
2.6 *Vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt perusskenaariossa päästökauppa ja ei-päästökauppasektoreilla. EPK-sektorin kasvihuonekaasupäästövähennystavoite on 16 prosenttia vuonna 2020 vuoden 2005 tasoon verrattuna*



- 2.7 Vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt politiikkaskenaariossa päästökauppa ja ei-päästökauppasektoreilla. EPK-sektorin kasvihuonekaasupäästövähennystavoite on 23 prosenttia vuonna 2020 vuoden 2005 tasoon verrattuna.



Kuva 2.8. Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys sektoreittain perus- ja politiikkaskenaariossa.

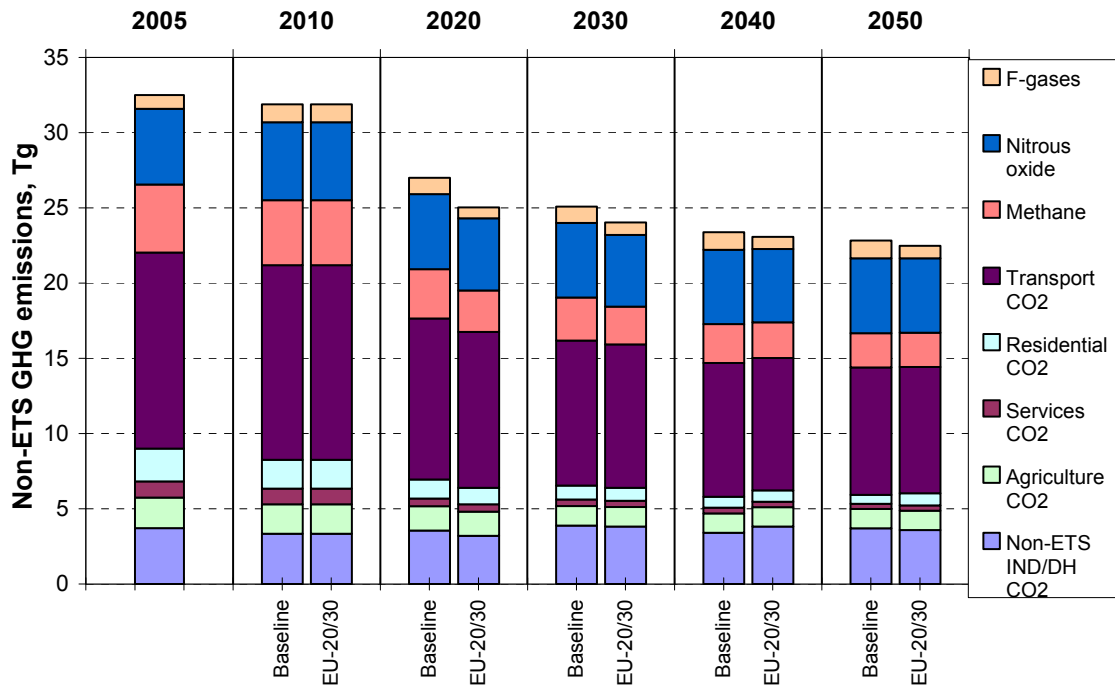


Kuva 2.9

Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys ei-päästökauppa-sektorilla sektoreittain perus- ja politiikkaskenaariossa.

”Residential” tarkoittaa asumisen (pääosin lämmityksen ja lämpimän käyttöveden valmistuksen) aiheuttamia suoria päästöjä.

”Non-ETS IND/DH” tarkoittaa päästökauppaan kuulumattoman teollisuuden, rakennustoiminnan ja lämpölaitosten päästöjä



Tarkasteltaessa kuvassa 2.9 esitettyä kasvihuonekaasupäästöskenaariota voidaan todeta, että päästötavoitteen tiukennus johtaa kaikkien kasvihuonekaasujen vähennykseen lähes kaikilla EPK-sektorilla, eli TIMES-mallin optimoiman kustannustehokkaimman ratkaisun mukaan, millään yksittäisellä tai edes muutamalla toimenpiteellä tai politiikalla tavoitteeseen ei päästäisi kustannustehokkaasti. Taulukossa 2.3. on esitetty vuosille 2020 ja 2030 khk-päästöjen ero perus- ja politiikkaskenaarioiden välillä Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasupäästöille. Taulukon luvut kuvaavat siis TIMES-mallin optimoimaa kustannustehokasta polkua tiukemman tavoitteen saavuttamiseksi annetuilla lähtöoletuksilla. Taulukon luvuista nähdään, että kiristyvän päästötavoitteen skenaariossa liikenteen, asumisen, palveluiden ja päästökaupan ulkopuolisen teollisuuden CO₂-päästöjä olisi energiajärjestelmätarkastelujen näkökulmasta kustannustehokasta vähentää yhteensä vajaat 1 Mt CO₂. Lisäksi metaanin, F-kaasujen ja typpioksiduulipäästöjen vähennys toisi runsaan 1 Mt CO₂-ekv. lisävähennyksen. Palveluiden ja maatalouden kustannustehokkaat khk-päästövähennykset näyttäisivät pääosin toteutuvan jo perusskenaariossa.

CO₂-päästöjen vähennys liikenteessä on suurimmaksi osaksi seurausta biopolttonesteiden käytön lisäyksestä politiikkaskenaariossa perusskenaarioon verrattu-

na. Lisäksi otetaan käyttöön energiatehokkaampia liikennevälineitä. PK-sektorin ulkopuolisen teollisuuden ja energiantuotannon CO₂-päästöjen vähennys koostuu puolestaan monesta eri toimenpiteestä: teollisuusrakennusten lämmityksessä siirrytään öljy- ja kaasulämmityksestä kaukolämpöön, energiantuotannossa pienten kattiloiden osalta siirrytään biomassan käyttöön ja lisäksi PK-sektorin ulkopuolinen teollisuus tehostaa energiankäyttöään (loppuenergian käyttö pienenee noin 1,5 PJ).

Metaanipäästöjen vähennys politiikkaskenaariossa on seurausta pääosin metaanin talteenotosta kaatopaikoilla ja F-kaasujen vähennys lähinnä kylmä- ja ilmastointilaitteiden päästöjen vähennyksestä. Maatalouden metaanipäästöjen lisävähennykset tulevat vain vähäisessä määrin kannattaviksi, sillä kun perusurassa maatalouden metaanipäästöjä vähennetään vuoteen 2020 mennessä 11 prosenttia vuoden 2010 tasosta, politiikkaskenaariossa vähennys on 12 prosenttia. Typpioksiduulipäästöjä syntyy muun muassa typpihapon valmistuksesta, energiantuotannossa, maataloudessa ja vesienhuollossa. Tässä tarkastelussa typpihaponvalmistuksen N₂O päästöt oletettiin kuuluvan päästökaupan piiriin (vrt. kappale 2.2.1), joten lisävähennys TIMES-laskelmissa on seurausta muista N₂O-lähteistä, kuten yhdyskuntien jätevesihuollon ja maatalouden typpioksiduulipäästöjen vähennyksestä.

Taulukko 2.3 Ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasupäästöjen lisävähennys politiikkaskenaariossa verrattuna perusuraan (kt CO₂ eq). Vuonna 2020 EPK-sektorin päästövähennystavoite on annettu (16 prosenttia perusurassa ja 23 prosenttia politiikkaskenaariossa vuoden 2005 tasoon verrattuna) ja sen jälkeen malli optimoi päästövähennysuran

	2020	2030
F-kaasut	380	270
Typpioksiduuli (N ₂ O)	190	170
Metaani	510	360
Liikenteen CO ₂	350	110
Asumisen CO ₂	180	50
Palveluiden CO ₂	30	40
Maatalouden CO ₂	0	0
Teollisuuden ja energiantuot. CO ₂ EPK-sektorilla	360	60
Yhteensä	2000	1060

2.5 Kustannusten ja energianhintojen kehitys

Päästöjen vähentämisen marginaalikustannus kuvaa rajakustannusta, jolla saavutetaan määritetty päästövähennystavoite. Päästökaupparektorilla päästöoikeuden hinta muodostuu EU-laajuisen päästövähennystavoitteen perusteella. Ei-päästökaupparektorilla päästöjen vähentämisen marginaalikustannus perustuu puolestaan EU:n asettamaan kansalliseen EPK-sektorin päästövähennystavoitteeseen. Rajakustannuksen määrittämistä EPK-sektorilla vaikeuttaa toisaalta sektorille kohdistetut verot, säädökset, määräykset, yms., jotka ohjaavat päästövähennysinvestointeja EPK-sektorilla. Toisaalta, EPK-sektorilla on lukuisia toimijoita, jotka eivät välttämättä toimi ”optimaalisesti”, vaan investointeja ja valintoja ohjaavat merkittävässä määrin muut tekijät kuin kustannusten minimointi. Esimerkiksi liikenteen ja asumisen päästöjen vähentäminen riippuu pitkälti kuluttajien valinnoista, joita ohjaavat muutkin tekijät kuin kustannusten minimointi. Toisin kuin päästökaupparektorilla, ei-päästökaupparektorilla ei siten todellisuudessa muodostu yhtenäistä päästöjen vähentämisen rajakustannusta (eli päästöoikeuden hintaa), vaan pikemminkin sen voidaan ajatella määräytyvän sektorikohtaisesti. TIMES-VTT -mallin optimoimaa rajakustannusta EPK-sektorille voidaan siten pitää suuntaa antavana päästöjen vähentämisen minimikustannuksena.

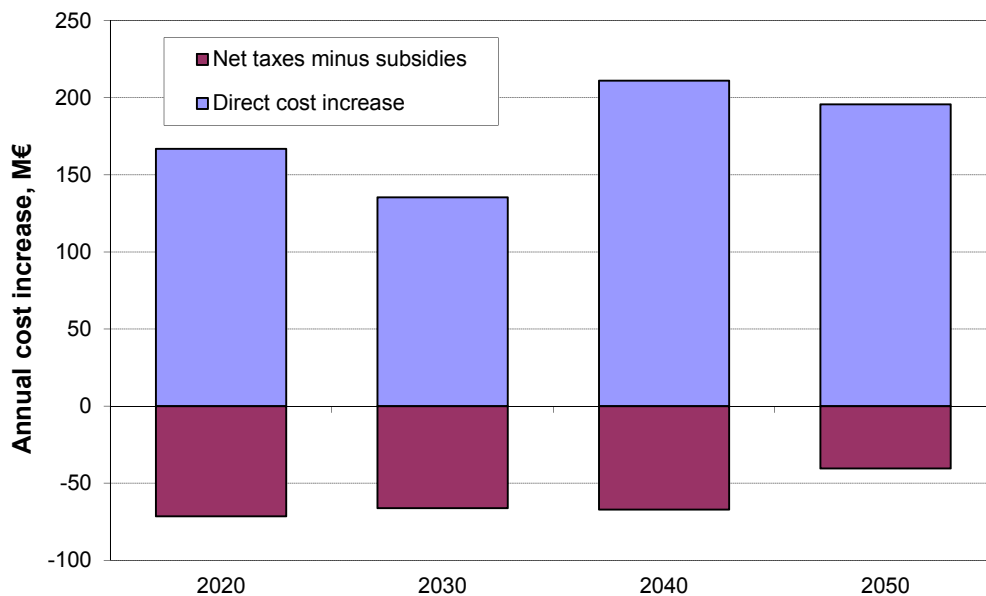
Hankkeessa määritetyillä lähtöoletuksilla ja TIMES-VTT -mallin tulosten perusteella kasvihuonekaasupäästövähennysten marginaalikustannukset kasvaisivat noin 30 €/t CO₂ politiikkaskenaariossa verrattuna perusurään. Tätä kustannusarviota on käytetty VATTAGE-laskelmissa politiikkaskenaarion lähtötietona. Koska perusurässä on jo otettu huomioon energiaverot yms. EPK-sektorille kohdistuvat päästökustannukset, voidaan arvioida, että politiikkaskenaariossa EPK-sektorin päästövähennysten marginaalikustannukset vastaisivat noin 60-70 €/t CO₂ päästöoikeuden hintatasoa ilman veroja yms. ohjaustoimenpiteitä. EPK-sektorin päästövähennyskustannukset voivat siten nousta hyvinkin korkeiksi, mikäli valitut ohjaustoimenpiteet eivät toteuta arvioitua päästövähennystä, vaan päädytään käyttämään lisätoimenpiteitä EU:n asettaman tavoitteen saavuttamiseksi. EPK-sektorilla on myös huomattava mahdollisuus hyödyntää joustomekanismeja kustannustehokkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Joustomekanismien käyttöä ei ole otettu huomioon tässä työssä, joten tältä osin päästöjen vähentämisen kustannuksia voidaan pitää maksimikustannuksina. Esimerkiksi raportissa Lindroos ym. (2011) oletettiin, että puolet päästöjen lisävähennyksistä voitaisiin toteuttaa joustomekanismeilla tiukemmassa päästövähennystavoitteessa, joka vastaa EU:n Ilmasto- ja energiapaketin esitystä.

TIMES-VTT -mallilla voidaan arvioida myös koko energiajärjestelmään kohdistuvia suoria lisäkustannuksia verrattaessa perusurää politiikkaskenaarioon. Suorissa lisäkustannuksissa on otettu huomioon koko energiajärjestelmän vuotuiset suorat kustannukset mukaan lukien investoinnit ja niiden takaisinmaksu malliin määritetyillä investointien pitoajalla, korkokannalla sekä kaikki käyttökustannuk-

set (l. muuttuvat ja kiinteät käyttökustannukset). Myös suorien kustannusten osalta voidaan todeta, että TIMES-VTT -mallin laskemat arviot ovat ainoastaan suuntaa antavat, koska erityisesti uusien energiateknologioiden kustannusten kehitystä pitkällä aikavälillä on hyvin haasteellista arvioida.

Kuvassa 2.10 on esitetty TIMES-VTT -mallilla arvioidut tiukemman päästötavoitteen aiheuttamien vuotuisten lisäkustannusten kehitys verrattuna perusskenaarioon. Kuvassa näkyy myös energiasectoriin kohdistuvat vuotuiset verot ja tuet. Tulosten perusteella kiristynvä päästötavoite aiheuttaisi noin 170 M€ suorat lisäkustannukset vuonna 2020, mutta vuonna 2030 lisäkustannukset jäävät jo hieman pienemmiksi, sillä EPK-sektorilla uusia politiikkatoimia ei enää tule. Tätä kustannusta voidaan huomattavasti pienentää käyttämällä joustomekanismeja, koska tällöin vältetään kaikkein kalleimmilta investoinneilta. Vuoden 2030 jälkeen suorat kustannukset näyttäisivät jälleen kasvavan, koska silloin joudutaan investoimaan uuteen energiantuotantokapasiteettiin vanhan energiantuotantokapasiteetin (mm. Loviisa I) poistuman korvaamiseksi. Suorien kustannusten kasvuun vaikuttaa myös muuttuvien kustannusten, kuten polttoainekustannusten kasvu.

Kuva 2.10 Tiukemman päästötavoitteen aiheuttamien vuotuisten lisäkustannusten kehitys verrattuna perusskenaarioon

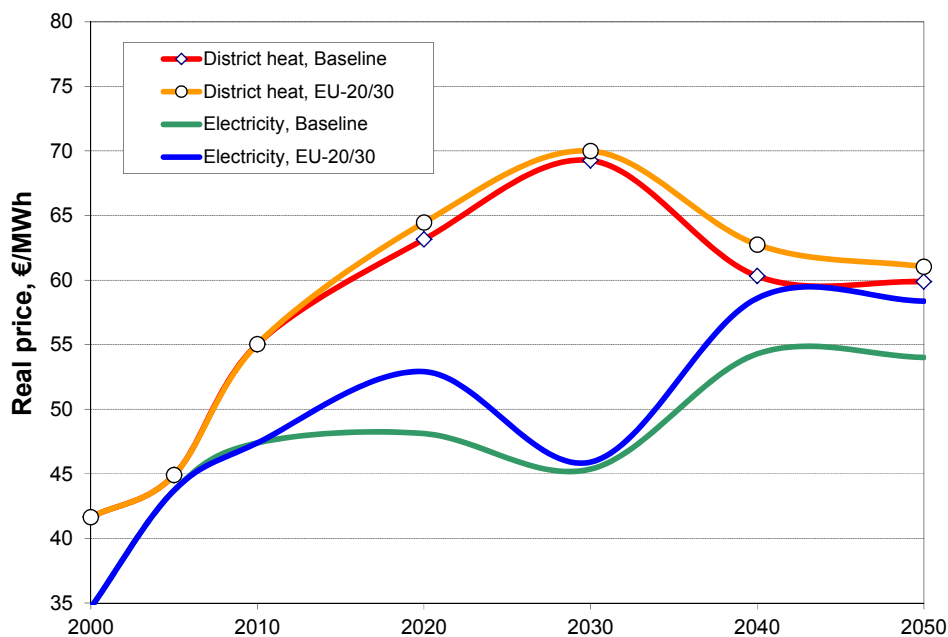


Lopuksi esitetään kuvassa 2.11 sähkön ja kaukolämmön hintojen kehitykset perus- ja politiikkaskenaarioissa. Sähkön hintakehitys kuvaa pohjoismaisen sähkön hinnan kehitystä ja kaukolämmön hinta luonnollisesti Suomen keskimääräistä kaukolämmön hintakehitystä. TIMES-VTT -mallin laskemat hinnat perustuvat pitkän aikavälin marginaalikustannusten kehitykseen, eli energian hinnoissa on otettu huomioon myös energiajärjestelmäinvestointien aiheuttama kustannuslisä.

Sähkön pohjoismainen markkinahinta perustuu nykyisessä markkinajärjestelmässä lyhyen aikavälin marginaalikustannusten kehitykseen, joten kuvassa esitettyä sähkön hintakäyrää ei voida verrata sähkön Nord Pool hintaan.

Kuvan 2.11 kuvaajien polveileva muoto johtuu pitkälti oletetusta ydinvoimatuo-
tannon lisäyksestä aikajaksolla 2020-2030, minkä vuoksi sähkön hinta kääntyy
laskuun vuonna 2020. Vastaavasti kaukolämmön hinta nousee vuoteen 2030 asti,
kun vanhaa ”halpaa” CHP- ja kaukolämpötuotantokapasiteettia poistuu käytöstä
ja mallissa ei investoida uuteen CHP- ja kaukolämpökapasiteettiin ennen kuin
Loviisa I poistuu käytöstä. Verrattaessa sähkön hintakehitystä perusuralla ja po-
litiikkaskenaariossa nähdään, että hintaero vuonna 2020 laskelmissa on alle 10
€/MWh. Kuten edellä jo esitettiin, kuvan sähkön hinnan kehitys on ainoastaan
suuntaa antava ja voimakkaasti riippuvainen laskelmissa käytetyistä lähtöoletuk-
sista.

Kuva 2.11 Sähkön ja kaukolämmön hintojen (l. pitkän aikavälin marginaa-
likustannusten) kehitys perus- ja politiikkaskenaarioissa



3 Tiukemman päästötavoitteen kansantaloudelliset vaikutukset

3.1 Kansantaloudellisen mallin kuvaus

Valtion taloudellisessa tutkimuskeskuksessa kehitetty VATTAGE -malli on dynaaminen yleisen tasapainon malli, jota on sovellettu ennen kaikkea veropolitiikan ja energia- ja ympäristöpolitiikan vaikutusten arviointiin sekä pitkän aikavälin talousskenaarioiden laadintaan. Mallilla voidaan tuottaa rahamääräisiä arvioita talouden reagoinnista erilaisiin politiikkatoimiin tai laajempiin yhteiskunnallisiin muutoksiin.

Talouden kuvauksen perustana mallissa on tietokanta, joka kuvaa talouden toimijoiden välisiä taloustoimia ja kunkin toimijan joko välituotteisiin tai lopputuotteisiin kohdistuvaa kysyntää. Perustaltaan malli on suuri joukko kuluttajan ja yrityksen teoriasta johdettuja käyttäytymissääntöjä, kysyntä- ja tarjontafunktioita, jotka kattavat kaikki markkinat, niin tuotteet kuin tuotannontekijätkin, sekä kysynnän ja tarjonnan ja tulojen ja menojen kohdentumista koskevia tasapainoehtoja. Mallissa oletetaan, että niin kuluttajat kuin yrityksetkin toimivat rationaalisesti. Mallissa kuluttajien ja yritysten valintoja kuvataan optimointiongelmina, joiden ratkaisuna saadaan erilaisten tuotteiden kulutuskysyntä tai vaikkapa työvoiman ja investointien kysyntä. Mallissa kaikki markkinat (hyödyke ja panosmarkkinat) ovat tasapainossa (kysyntä on yhtä suuri kuin tarjonta), ja tasapaino saavutetaan suhteellisten hintojen muutosten kautta.

Mallilla tehtävät arviot perustuvat tietokantaan ja talouden toimintaa kuvaavaan matemaattiseen malliin. Mallin tietokanta rakentuu hyvin yksityiskohtaisten tarjonta- ja käyttötaulukkojen pohjalte, joita on täydennetty muun muassa julkisten sektorien ja maksutaseen kuvauksilla.

Mallin tietoaineistot ovat pääasiassa Tilastokeskuksen tuottamia. Yleisen tasapainon malleissa otetaan huomioon kaikki taloudessa tapahtuva taloudellinen aktiviteetti, joka vaikuttaa talouden eri toimijoiden väliseen vuorovaikutukseen. Keskeinen tietolähde yleisen tasapainon mallille onkin kansatalouden tilinpito, joka pyrkii kuvaamaan koko kansatalouden käsitteellisesti yhtenäisenä kokonaisuutena. Kansatalouden tilinpito on myös eräänlainen malli, jossa yleisesti määriteltujen periaatteiden mukaan erilaiset taloudelliset tapahtumat, transaktiot, määritellään ja luokitellaan yhtenäisellä tavalla. Koska kansatalouden tilinpidolla ja numeerisilla yleisen tasapainon malleilla on selvästi yhtäläisyyksiä, kansatalouden tilinpito on käytännöllinen aineistokehikko ja luonnollinen lähtökohta yleisen tasapainon malleilla tehtäville tarkasteluille.

Kuluttaja kuvataan mallissa hyödynmaksimoijana, jonka hyvinvoinnin muutoksia mitataan kulutuksen kautta. Mallissa oletetaan kulutuksen seuraavan lineaarista

menojärjestelmää, jonka joustoparametrit on estimoitu aikasarja-aineiston perusteella. Menojärjestelmän budjettiosuudet määräytyvät suoraan Tilastokeskuksen tarjonta- ja käyttötaulukojen perusteella. Kuluttajan valintaa rajoittavat tuotannon-tekijätulot ja julkiselle sektorille maksetut verot sekä julkiselta sektorilta saadut tulonsiirrot. Kuluttajan säästöt kohdentuvat sekä kotimaisiin että ulkomaisiin vaateisiin, joiden osalta tietokanta kattaa toteutuneen historian useiden vuosien ajalta.

Yritykset kuvataan voitonmaksimoijina, jotka toimivat vakioskaalatuottojen ja täydellisen kilpailun mukaisesti. Tuotantofunktiot noudattavat YTP -malleissa yleisesti käytössä olevaa useampitasoista rakennetta, jossa välituotekäyttö muodostaa oman, lineaarisen osansa, jossa suhteelliset hinnat eivät vaikuta eri hyödykkeiden kysyntään, mutta jossa primaarituotannon-tekijöiden välinen substituoitio on mahdollista. Mallissa oletetaan lisäksi, että energiahyödykkeet ja primaarituotannon-tekijät ovat korvattavissa toisillaan. Pääoman ja työpanoksen väliseksi substituoitiojoustoksi on mallissa oletettu kirjallisuuden perusteella 0.5 (Jalava, Pohjola, Ripatti ja Vilmunen, 2005; Tamminen ja Tuomaala, 2012). Energiapanosten ja primaarituotannon-tekijöiden välinen substituoitiojousto noudattaa kansainvälisellä aineistolla tehtyä arviota (Badri ja Walmsley 2008).

Investoinnit määräytyvät mallissa pääoman tuottoasteen mukaisesti. Investoinnit ohjautuvat niille toimialoille, joilla pääoman tuoton odotetaan olevan kasvussa. Pitkällä aikavälillä investointien tuoton odotetaan kuitenkin noudattavan trendiä, mikä tarkoittaa sitä, että (efektiivisen) työpanoksen ja pääoman suhde on pitkällä tähtäimellä vakio. Investointihyödykkeet on mallissa kuvattu toimialoittain Kansantalouden tilinpidosta saatavien investointi- ja hyödyketietojen perusteella.

VATTAGE -malli ja sen taustalla oleva teoria on kuvattu tarkemmin julkaisussa Honkatukia (2009).

3.2 Kansantalouden kehitystä koskevat oletukset

Kansantaloudellisia vaikutuksia on arvioitu kokonaistaloudellisen VATTAGE-mallin avulla. Arviossa verrataan tiukemman päästörajoituksen vaikutuksia perusskenaarioon, jolla oletetaan toteutettavan ainoastaan jo päätetyt ilmasto- ja energiapoliittiset tavoitteet vuoteen 2020 mennessä. Talouskehityksen arvio hyödyntää VATT:n talous- ja toimialakehityksen pitkän aikavälin ennakkointihankkeen tuloksia, jotka tässä tutkimuksessa on ulotettu vuoteen 2030 saakka.

Makrotaloutta koskevat oletukset perustuvat vuoteen 2016 saakka VM:n kansantalousosaston keskipitkän aikavälin ennusteeseen joulukuulta 2011. Ennusteessa kansantalouden toipumisen vuoden 2009 finanssikriisin aiheuttamasta viennin sukelluksesta ennustetaan kestäväen useita vuosia. Energiantuotannon ja -kulutuksen oletetaan kehittyvän energijärjestelmämallin ennusteen mukaisesti.

Taloudellinen tarkastelu olettaa, että tavoitteisiin päästään perusuralla jo päätettyjen taloudellisten ohjauskeinojen avulla. Lisäksi tarkastelu ottaa huomioon muun muassa liikennepolttoaineiden sekoitevelvoitteet. Keskeiset taloudelliset ohjaustoimet koskevat uusiutuvalle energialle kohdennettuja tukia, energiaverojen korotusta ja päästökauppaa. Päästöoikeuden hinnan oletetaan perusuralla nousevan nykytasolta 10 euroon tonnilta vuoteen 2020 mennessä. 30 prosentin vähennystavoitteella hinnan oletetaan nousevan 20 euroon vuonna 2020. Päästöoikeuksien alkujakomenettelystä oletetaan, että vuoden 2013 jälkeen ilmaisjaon osuus vähitellen pienenee sovitusti. Tällä on vaikutuksia ennen kaikkea valtiontalouteen, jolle kertyy kasvavia huutokauppatuloja päästöoikeuden hinnasta riippuen. Lisäksi otetaan huomioon Suomen sitoumukset kehitysmaille annettavasta adaptatioavusta. Uusiutuvan energian oletetaan saavan tukea syöttötariffien muodossa sovitusti. Arviomme mukaan päästökaupan ulkopuolisten sektorien (EPK-sektorin) hiilidioksidiekvivalentit päästöt alenevat jo sovituilla toimilla perusuralla vajaalla 17 prosentilla vuoteen 2005 verrattuna. Arvion mukaan päätetyillä toimilla päästäisiin siis vuoden 2020 EU-tavoitteisiin.

Kansantalouden pitkän aikavälin kasvumahdollisuudet riippuvat keskeisesti tuottavuuskasvusta ja työn tarjonnasta. Lyhyemmällä aikavälillä talouden kehitykseen vaikuttavat kuitenkin kokonaiskysynnän äkilliset muutokset. Kansantalouden kysyntäerien kehitystä on kuvattu kuvassa 3.1. Bruttokansantuotteen kasvuksi vuonna 2012 ennustetaan vain 0,4 prosenttia, mutta vuoden 2013 jälkeen kasvu nopeutuu vajaaseen kahteen prosenttiin viennin elpyessä. VATTAGE-mallilla lasketussa perusskenaariossa kansantalouden kasvu jatkuu vajaan kahden prosentin tuntumassa vielä vuonna 2020. Kasvua nopeuttaa vuosikymmenen alkupuolella investointien elpyminen, mutta pidemmällä aikavälillä perusuralla keskeinen kasvun lähde on kokonaistuottavuuden kasvu. Tämä ilmenee kuvasta 3.2, jossa on tarkasteltu kokonaistarjonnan erien vaikutusta kansantuotteen kasvuun. Kokonaistarjontaan kuuluvat määritelmällisesti työ- ja pääomapanosten lisäksi hyödykeverot. Lisäksi kuvassa on erikseen tarkasteltu voittoja, jotka voitaisiin lukea myös pääomapanoksiin. Kuvan perusteella on selvää, että kokonaistuottavuuden kasvu vastaa lähes kahdesta kolmasosasta talouden kasvua. Työ- ja pääomapanoksen osuudesta valtaosa on peräisin pääomapanoksen käytön kasvusta, sillä työn tarjonta rajoittaa työpanoksen käytön kasvua jo lähivuosina.

Perusskenaariossa oletetaan työn tarjonnan kehittyvän Tilastokeskuksen ennusteen mukaisesti, jolloin 2010-luvun jälkipuolella työn tarjonta alkaisi kuitenkin supistua, jolloin talouskasvu riippuu ennen kaikkea tuottavuuskehityksestä. Ilmastopolitiikka ei välttämättä vaikuta tuottavuuskehitykseen yksittäisillä toimialoilla, mutta se saattaa vaikuttaa kokonaistuottavuuden kasvuun muuttamalla toimialarakenteen kehitystä. Perusskenaariossa toimialarakenne muuttuu työvoimavaltaisemmaksi, mikä korostaa sellaisten toimialojen vaikutusta kokonaistuottavuudesta, joiden tuottavuuskehitys on historiallisesti ollut pääomavaltaisempia ja teollisia toimialojen hitaampaa. Osittain tämä kehitys johtuu vientirakenteen

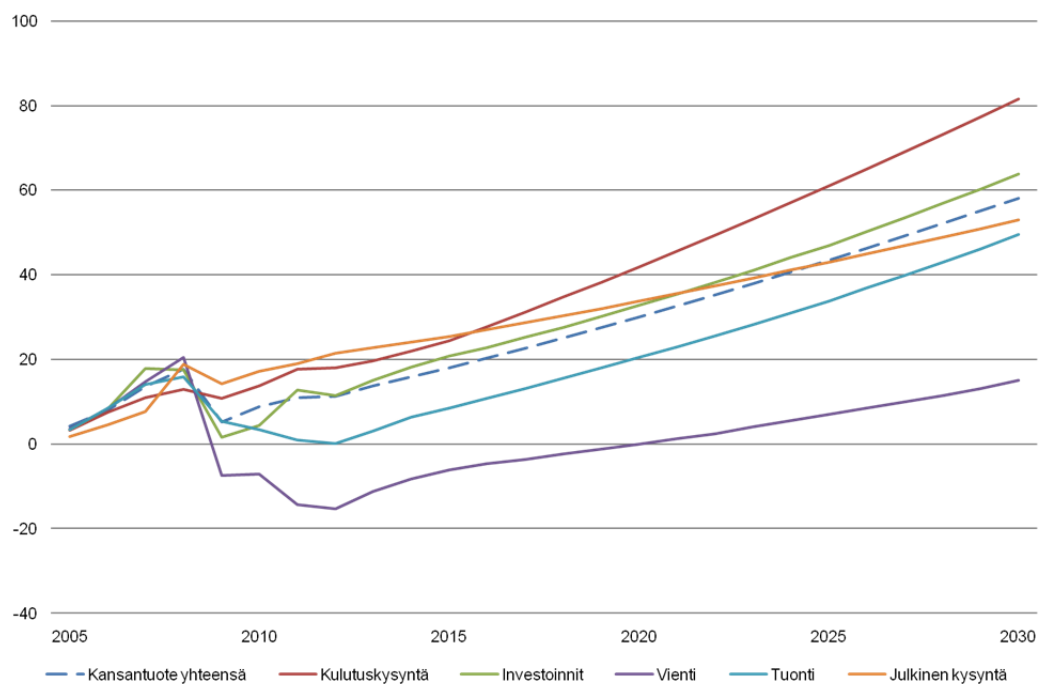
ennakoidusta muutoksesta, joka pienentää ennen kaikkea elektroniikkateollisuuden viime vuosiin saakka suurta osuutta kokonaistuottavuuden kasvusta (Honkatukia ja Ahokas 2012).

Kuvassa 3.3 tarkastellaan, mistä lähteistä kansantalouden kokonaiskysyntä on muodostunut. Kuvan perusteella finanssikriisiä seuraavien vuosien kasvun perustana on ennen kaikkea kotimaisen kulutuksen elpyminen. Ilmastopolitiikka vaikuttaa tähän kehitykseen useastakin syystä. Perusuralla oletetaan, että vuoden 2020 politiikkatoimet, joista on päätetty päästöjen rajoittamisesta, uusiutuvan energian osuuden lisäämisestä ja energiansäästöistä ovat voimassa. Tuulivoimalle ja hakkeelle kanavoituu siten syöttötariffituloja 2020-luvun alkuvuosiin saakka. Osasta ilmastopolitiikan toimenpiteistä, kuten vuonna 2011 toteutusta energiaverojen korotuksesta (joka toteutuu vaiheittain ja jatkuu siis lähivuosina) sekä päästökaupasta, syntyy valtiolle tuloja. Lisäksi lähivuosina investointikysyntä energiasektorilla on varsin voimakasta, mikä lisää investointien osuutta kansantuotteen käytöstä ja näkyy lisäksi työllisyydessä sekä koko kansantuotteessa.

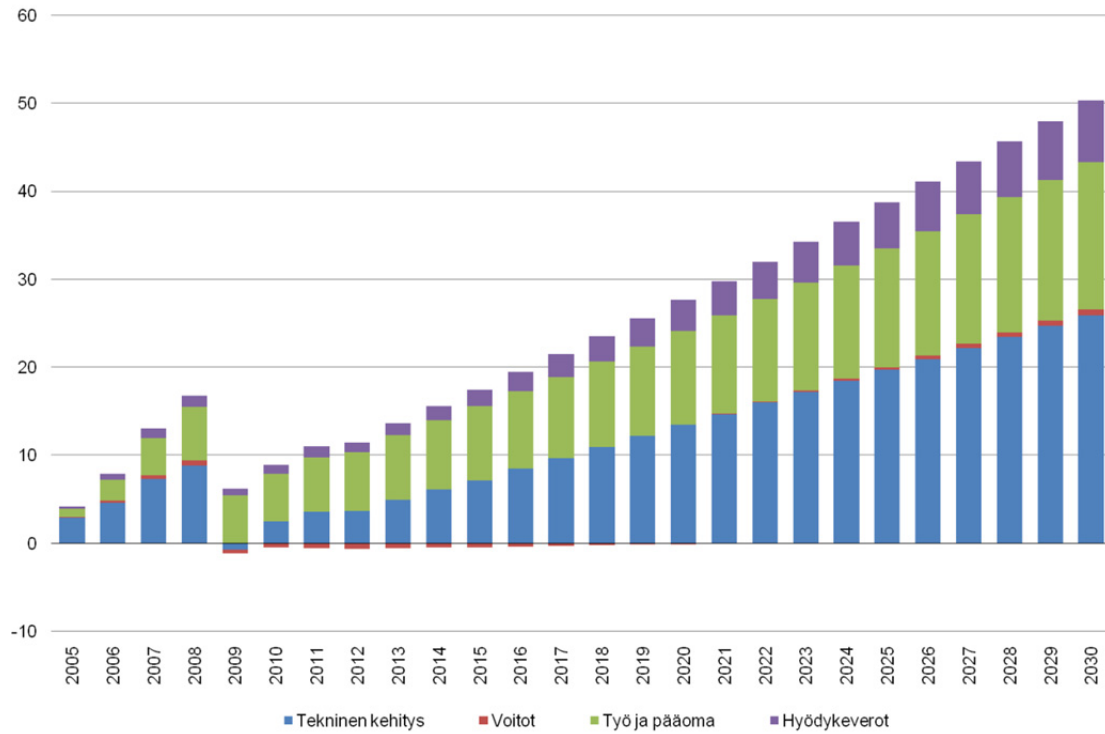
Laskelmassa otetaan myös huomioon kevään 2012 kehysriihessä päätetyt veronkorotukset ja julkisen valtiontalouden säästötoimet. Niiden vaikutuksesta valtiontalouden tilanne paranee vähitellen. Perusskenaario perustuu ennusteeseen, jonka mukaan vientikysyntä alkaa hitaasti elpyä. Ilmastopolitiikan kiristyminen tällä vuosikymmenellä vaikuttaa kuitenkin siten, että viennin toipuminen alkaa näkyä selvemmin vasta 2020-luvulla, jolloin uusia ilmastopoliittisia tavoitteita ei ole tiedossa.

Kuvissa 3.4 ja 3.5 tarkastellaan toimialarakenteen kehitystä perusuralla. Myös näissä kuvissa näkyy työvoimavaltaisten palvelutoimialojen korostuminen 2010-luvulla, kun taas 2020-luvulla vientitoimialojen osuus alkaa kasvaa. Osittain tähän 2020-luvulla vaikuttaa se, että työn tarjonnan supistumisen ennakoidaan pysähtyvän 2020-luvun jälkipuoliskolla. Palvelutoimialojen kasvuun vaikuttaa osaltaan myös väestön ikääntymisestä johtuva terveys- ja hoivapalvelujen kysynnän ennakoitu kasvu.

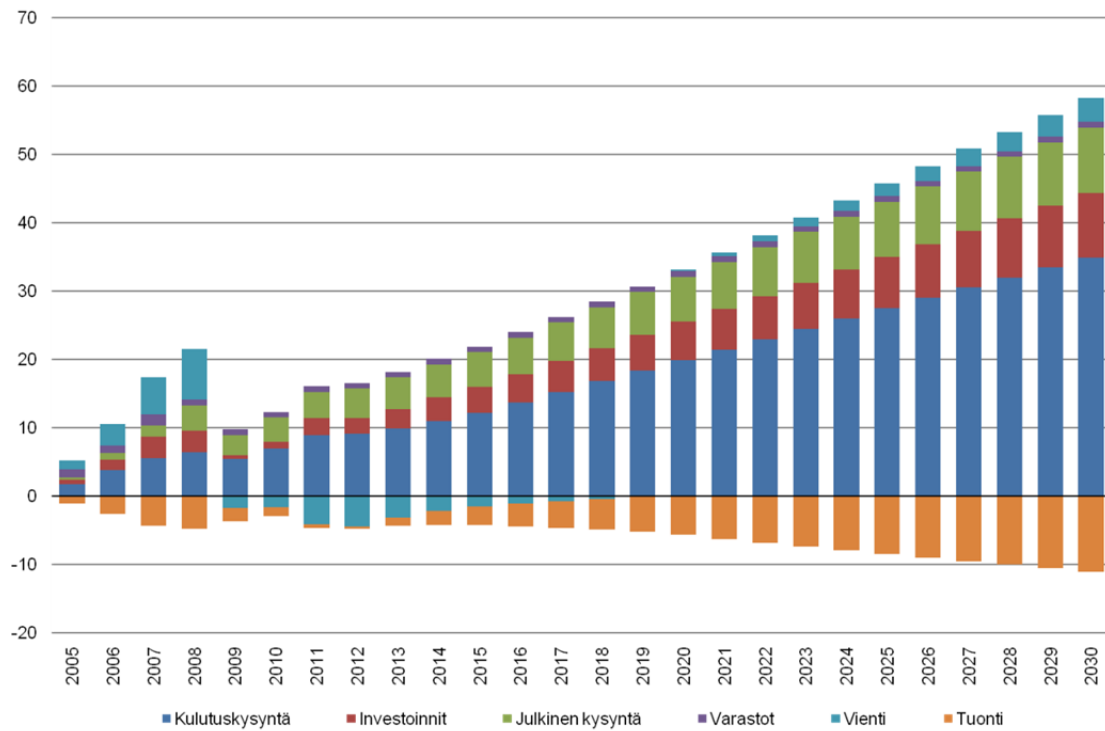
Kuva 3.1 Kansantuote perusuralla (kasvu vuodesta 2004)



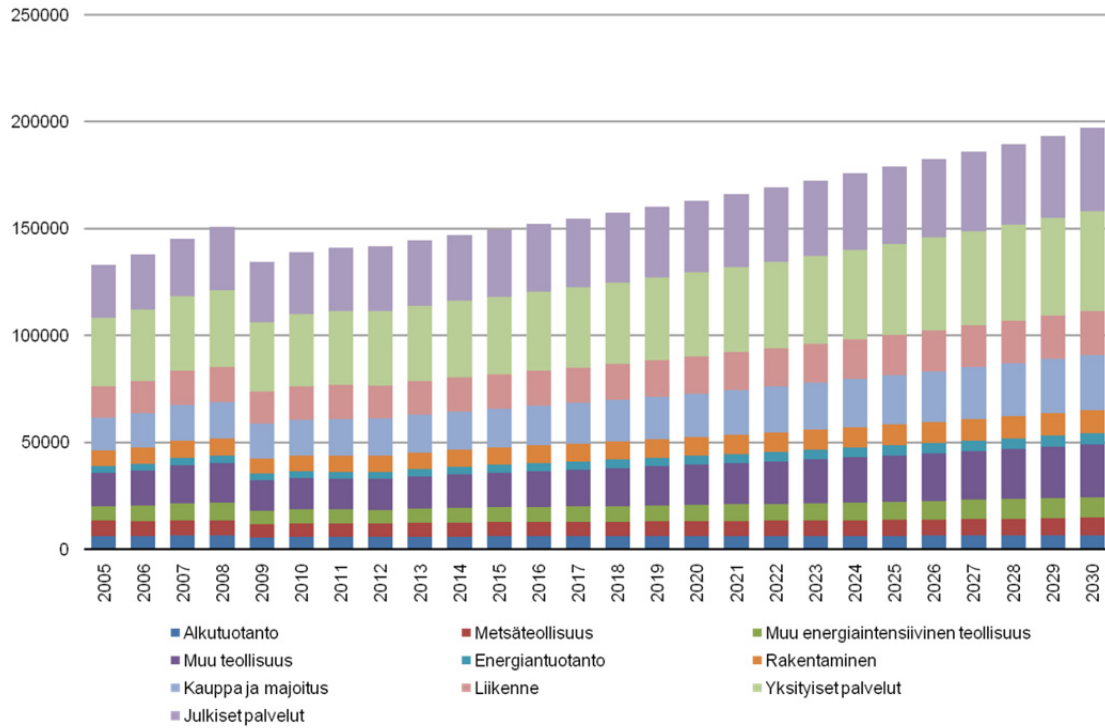
Kuva 3.2 Tarjontaerien vaikutus kansantuotteen kasvuun perusuralla (kasvu vuodesta 2004, prosenttia)



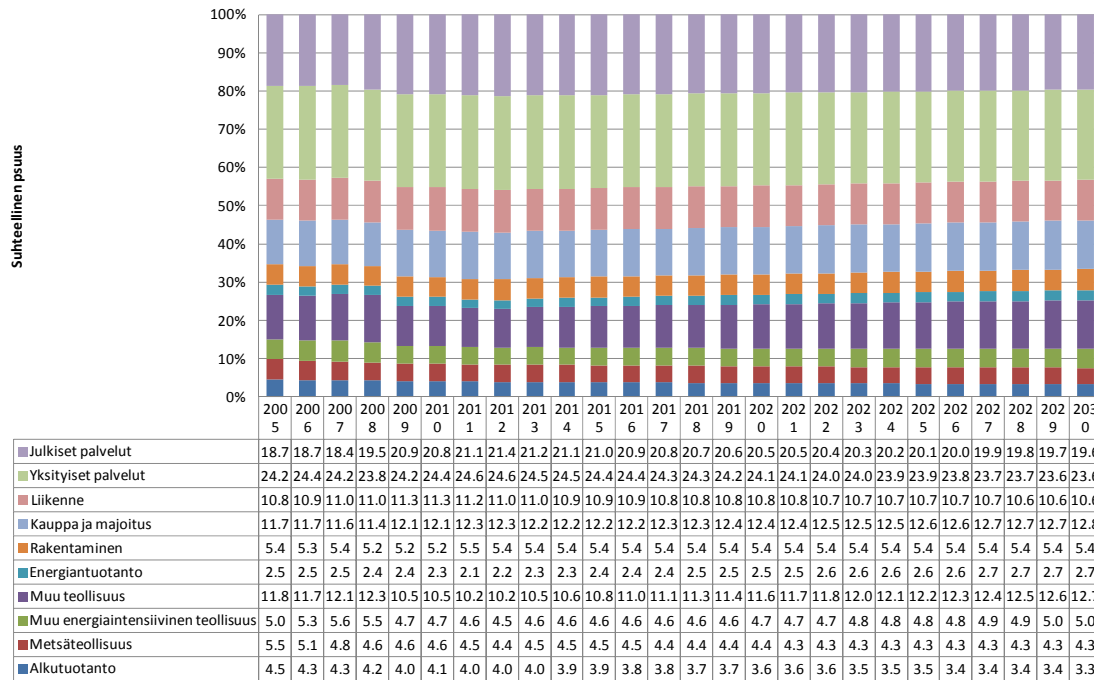
Kuva 3.3 Kysyntäerien vaikutus kansantuotteen kasvuun perusuralla (kasvu vuodesta 2004, prosenttia)



Kuva 3.4 Arvonlisä perusuralla (miljoonaa euroa)



Kuva 3.5 Toimialarakenne perusuralla



3.3 30 prosentin vähennyksen päästötavoitteen kansantaloudelliset vaikutukset

Tässä luvussa tarkastellaan tiukempaan päästötavoitteeseen siirtymisen vaikutuksia toimialatasolla ja koko kansantaloudessa. Kuten edellisessä luvussa todettiin, EPK-sektorin hiilidioksidiekvivalentit päästöt vähenevät perusuralla lähes 17 prosenttia. Suomelle allokoituun 23 prosentin vähennykseen tarvitaan siis lisäkeinoja. EPK-sektoria on tarkasteltu siten, että tavoitteelliseen 23 prosentin vähennykseen tarvittavat toimet on laskettu energiajärjestelmämallin avulla, jonka perusteella voidaan arvioida tarvittavan taloudellisen ohjauksen mitoitus. Energiajärjestelmämallin mukaan vaadittavista lisätoimista kalleimmat toteutuisivat 30 euron lisäkustannuksilla jo päätettyihin toimiin verrattuna, mikä tarkoittaa, että kalleimpien toimien rajakustannus olisi noin 60 euroa hiilidioksiditonnilta. Tämä lisäkustannus vastaisi EPK-sektorin hiilidioksidiveron nostamista 30 eurolta. Tämän mukaisesti kansantalouselaskelmassa oletetaan, että EPK-sektori toteuttaa sellaiset toimet, joiden kustannus vähennettyä hiilidioksiditonnia kohden on korkeintaan 60 euroa.

Kansantaloudellisten laskelmien mukaan tämä ei vielä sellaisenaan riittäisi 23 prosentin tavoitteen toteutumiseen, vaan EPK-sektorin hiilidioksidiekvivalentit päästöt alenisivat noin 19 prosentilla (Hiilidioksidipäästöt sen sijaan laskisivat lähes 22 prosenttia). 23 prosentin vähennykseen päästäisiin kuitenkin joustomekanismien avulla. Joustomekanismien hinnan on oletettu seuraavan päästöoikeuden hintaa, mutta jäävän noin 80 prosenttiin siitä. Näillä oletuksilla päästään 23 prosentin vähennykseen EPK-sektorilla. PK-sektorilla vähennys on VATTAGE-laskelman mukaan noin 25 prosenttia.

Päästökaupasektorilla tiukempi rajoitustavoite näkyisi kohonneena päästöoikeuden hintana, mikä nostaisi PK-sektorin kustannuksia ja välittyisi myös sähkön hinnan kautta muuhun talouteen. Kotimaisen energiaverotuksen korottaminen nostaisi ennen kaikkea EPK-sektorin kustannuksia, sillä energiaverotuksen leikuri vähentää verotuksen vaikutuksia ennen kaikkea suurien, PK-sektorilla toimiviin yrityksiin. Tämä heikentäisi kilpailukykyä EU:n ulkopuolisiin kilpailijamaihin nähden. Kuvassa 3.6 on tarkasteltu eräiden tuoteryhmien vaikutuksia vientikysyntään. Kuva osoittaa, että kohonneiden kustannusten vaikutukset vaihtelevat tuotteittain. Teräksen valmistuksen kilpailukyky heikkenisi selvästi sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä, samoin kuin alkutuotannon, joka tässä sisältää myös kaivosteollisuuden sen tuottamine fossiilisine energianlähteineen. Molemmilla toimialoilla vienti EU:n ulkopuolelle muodostaa merkittävän osan kokonaismyynnistä. Kuvassa energian vienti on lähinnä sähkön tuottamista ja sen siirtoa, jonka oletetaan riippuvan kotimaisen hintatason kehityksestä.

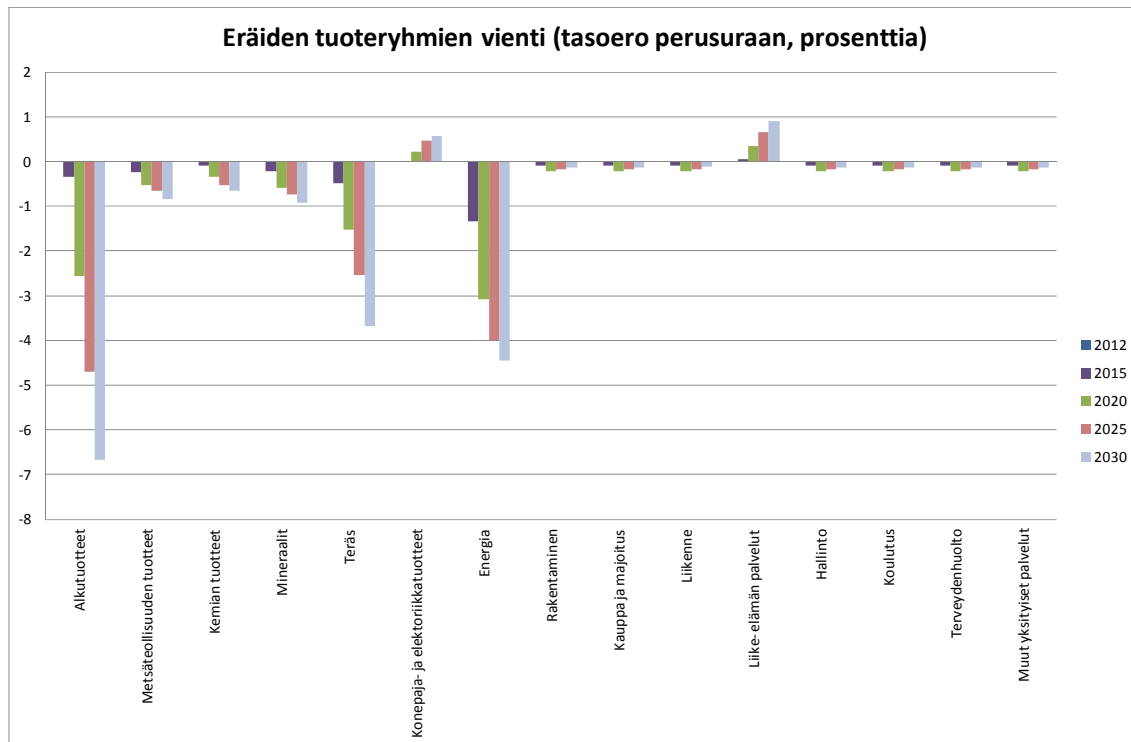
Eräiden tuotteiden vientiä ilmastopolitiikka näyttäisi sen sijaan piristävän. Tämän takana on oletus, että työmarkkinat sopeutuvat nouseviin energiakustannuksiin ja työn kysynnässä tapahtuviin muutoksiin hyväksymällä reaali-palkkojen perusuraa

hitaamman nousun hieman pidemmällä aikavälillä. Jos näin käy, työvoimaintensiivisen teollisuuden vienti hyötyy siitä.

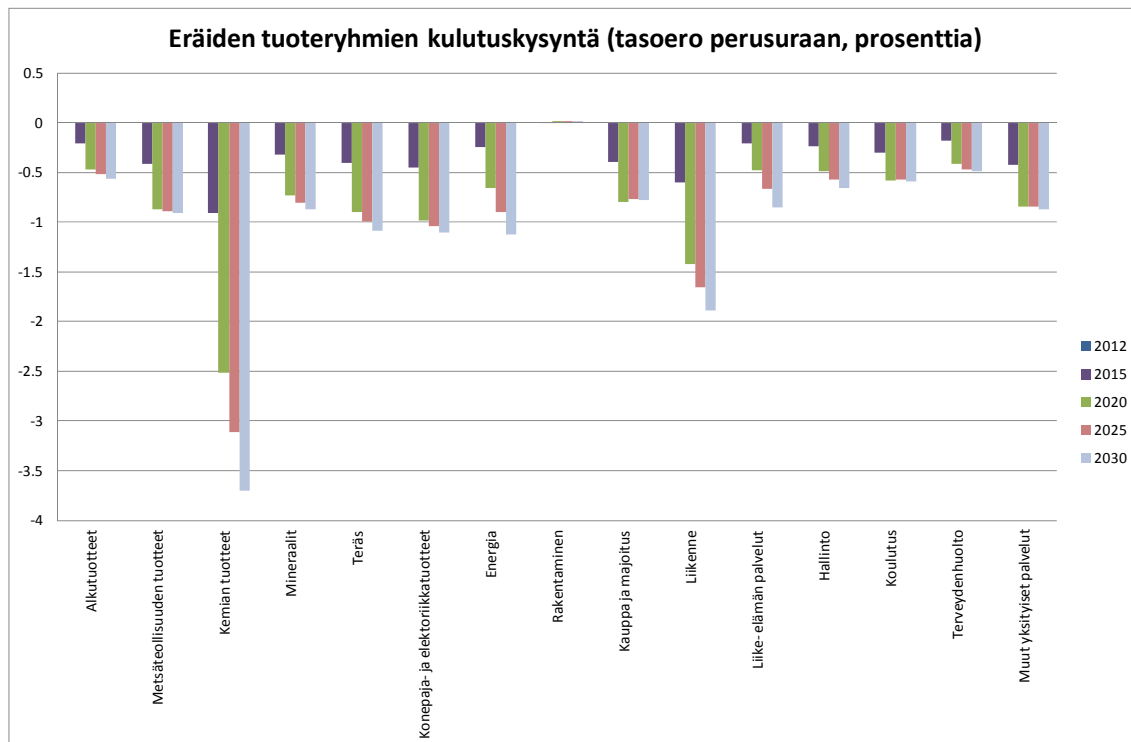
Vientä suurempi vaikutus tiukempaan päästörajoitukseen tähtäävällä politiikalla on kuitenkin kotimaiseen kysyntään. EPK-sektorin suurimmat päästölähteet ovat peräisin liikenne- ja lämmityspolttoaineista, ja niinpä päästöjen leikkaamiseksi tarvittava veronkorotus kohdistuisi sekä välillisesti että suoraan kotitalouksiin ja elinkeinoelämän kuljetuksiin. Kuvassa 3.7 tarkastellaan kotitalouksien kulutuskysynnän muutoksia. Kuvan perusteella juuri kemianteollisuuden, joka sisältää tässä myös öljynjalostuksen, tuotteiden kysyntä ja liikennepalvelujen kulutuskysyntä laskisivat vuoteen 2020 mennessä 1,6–2,6 prosenttia. Energian kallistuminen leikkaa ostovoimaa ylipäättään, ja siksi sellaistenkin hyödykkeiden ja palvelujen kysyntä laskee, joiden kustannuksiin energian hinnannousulla on suhteellisen pieni vaikutus.

Päästökaupalla ja energiaverotuksen kiristymisellä on vaikutuksia koko elinkeinoelämään myös välituotekäytön kautta. Kuvassa 3.8 on kuvattu eräiden tuoteryhmien välituotekäytön muutoksia perusuraan verrattuna. Välituotekäytössä näkyy päästökaupan aikaansaaman energian ja teräksen kallistumisen vaikutus. Liikennepalvelujen kysyntään vaikutus on pienempi, mikä johtuu siitä, että liikennepalveluilla on keskeinen rooli logistiikassa, mitä on vaikea pienentää pidemmälläkään aikavälillä. Alkutuotantoon lukeutuvista tuotteista metsätalouden tuotteiden – puun eri jaokkeiden – kysyntä välituotekäytössä kasvaa, kun sen sijaan kaivannaisteollisuuden tuotteiden, ennen kaikkea energian, käyttö vähenee.

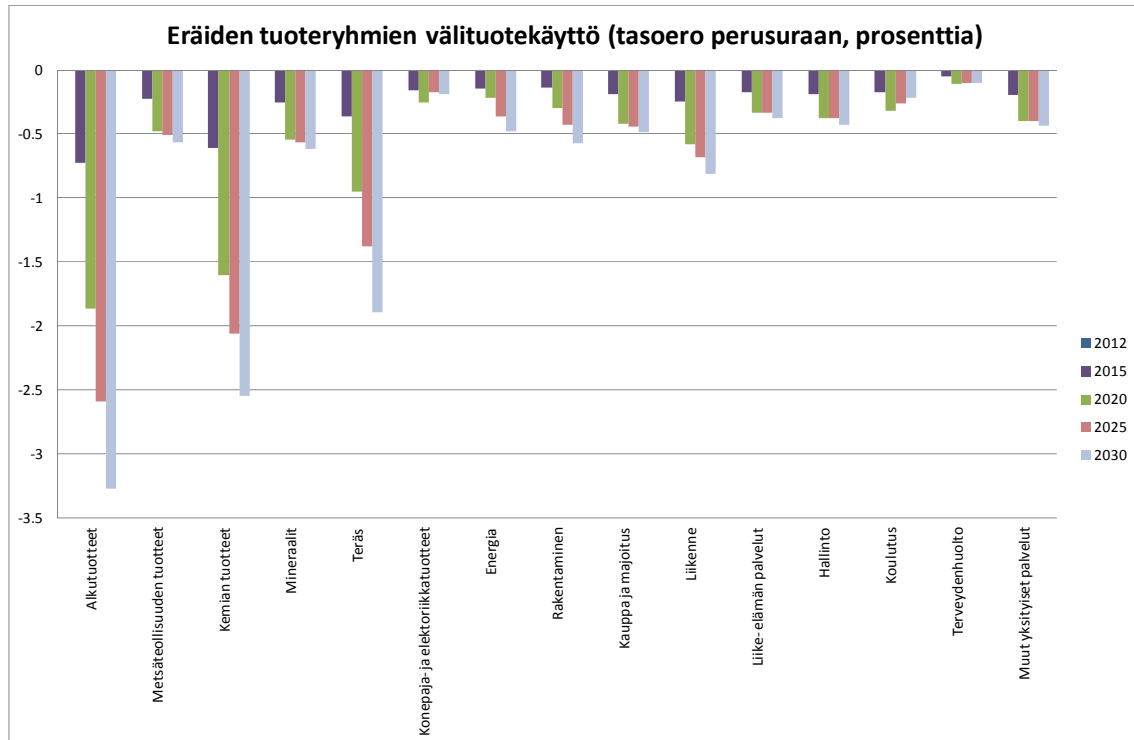
Kuva 3.6 Vientikysynnän muutos perusuraan verrattuna



Kuva 3.7 Kulutuskysynnän muutos perusuraan verrattuna

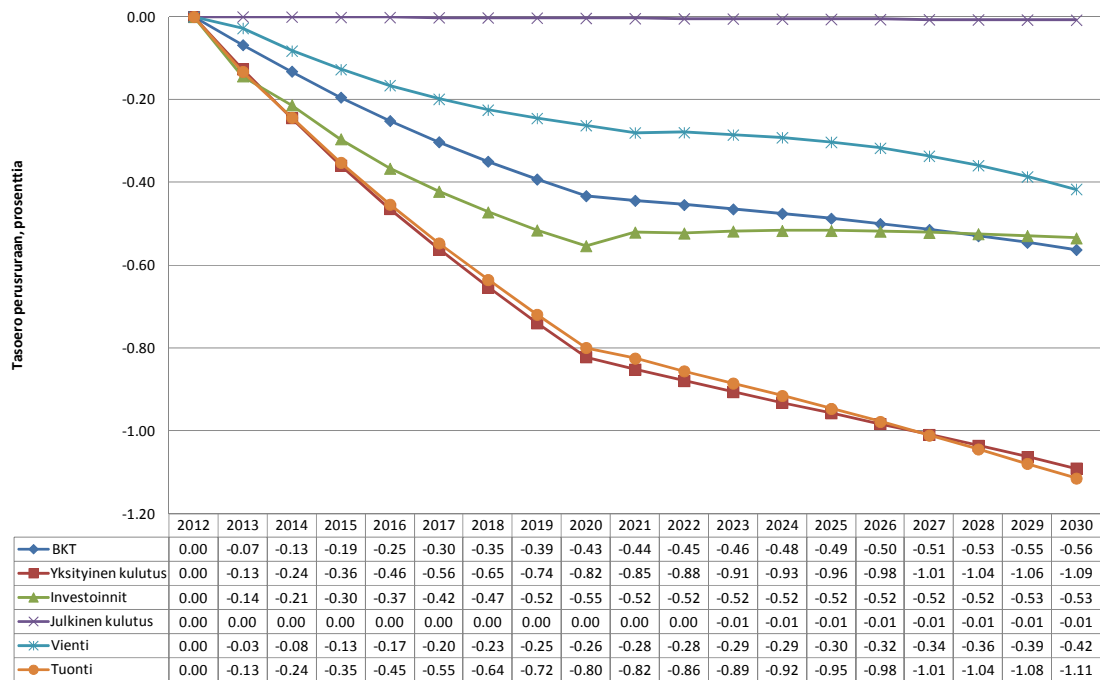


Kuva 3.8 Kotimaisen välituotekäytön muutos perusuraan verrattuna

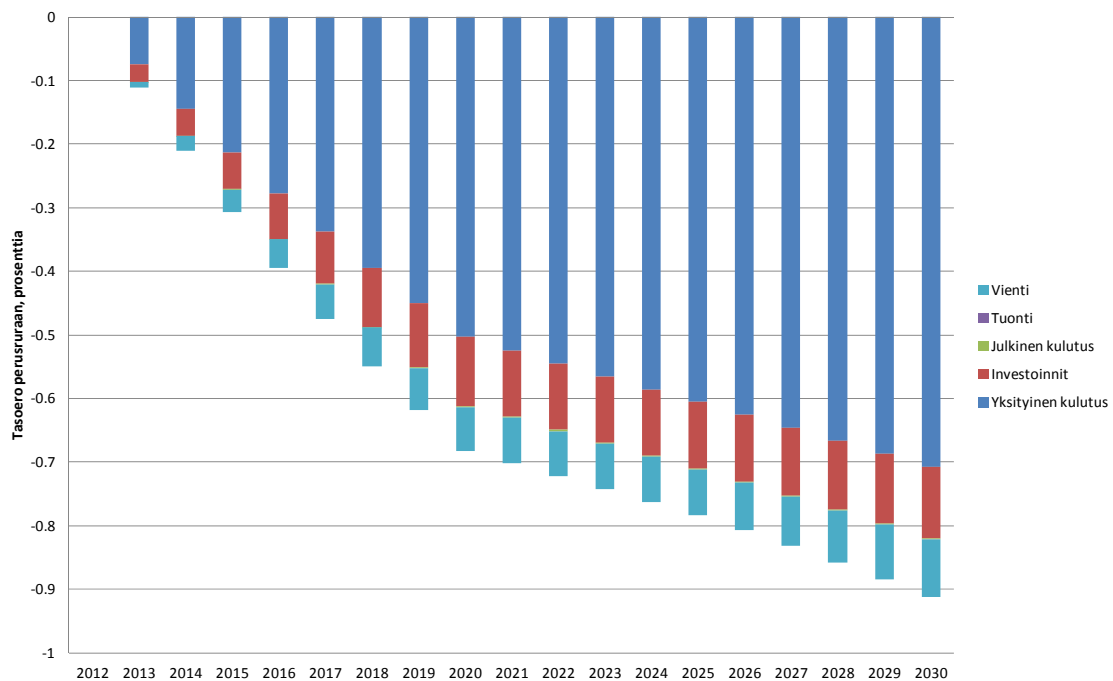


Kuvien 3.6–3.8 perusteella on selvää, että päästörajoituksen tiukentamisen vaikutukset kohdistuvat muita tuoteryhmiä voimakkaampina muutamiin vientituotteisiin, energiaan ja osin liikenteeseen. Koko kansantalouden tasolla merkittävin muutos on kuitenkin peräisin kotimaisen kulutuksen supistumisesta. Tämä näkyy selvästi kuvasta 3.9, johon on kuvattu kansantalouden kysyntäerien muutos perusskenaarioon verrattuna. Vienti supistuu vuoteen 2020 mennessä noin 0,3 prosenttia perusuraan verrattuna, kun kotimainen kulutus laskee noin 0,7 prosenttia. Kulutuskysynnän laskun merkitykseen viittaa myös se, että tuonti supistuu lähes 0,8 prosentilla, huomattavasti vientiä enemmän. Vielä selvemmin kotimaisen kysynnän merkitys näkyy kuvasta 3.10, johon on kuvattu kysyntäerien vaikutus kansantuotteen muutokseen (toisin sanoen kansantuoteosuuksilla painotetut muutokset kuvasta 3.9). Kuvan perusteella kaksi kolmasosaa kansantuotteen muutoksesta liittyy kulutukseen ja vajaa kolmannes viennin laskuun. Kun toisaalta tuonti vähenee vientiä enemmän, kasvattaa päästöjen rajoittaminen nettovientiä ja kansantuotetta jonkin verran.

Kuva 3.9 Kysyntäerien muutos



Kuva 3.10 Kysyntäerien vaikutus kansantuotteen muutokseen

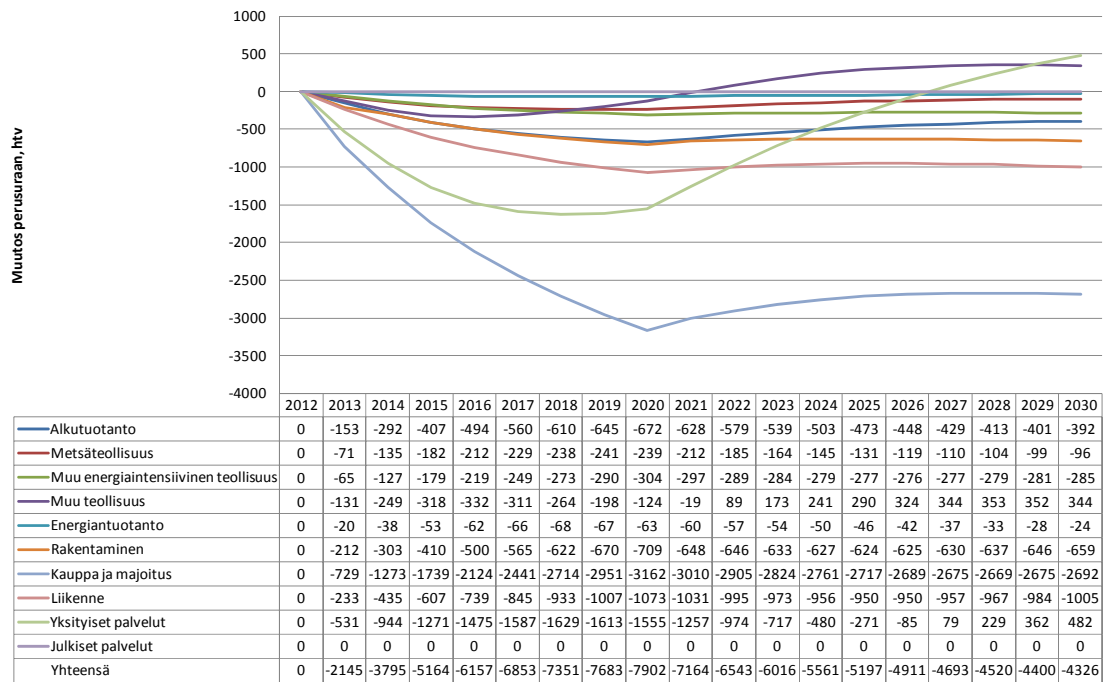


Ilmastopolitiikka vaikuttaa myös työmarkkinoihin. Energiakustannusten nousu vaikuttaa sekä palkkatasoon että pääoman saamaan tuotannontekijäkorvaukseen. Pääoman tuotto heikkenee etenkin niillä toimialoilla, joiden kustannuksiin ilmastopolitiikka vaikuttaa eniten, mikä pienentää kokonaisinvestointeja. Lyhyellä täh-

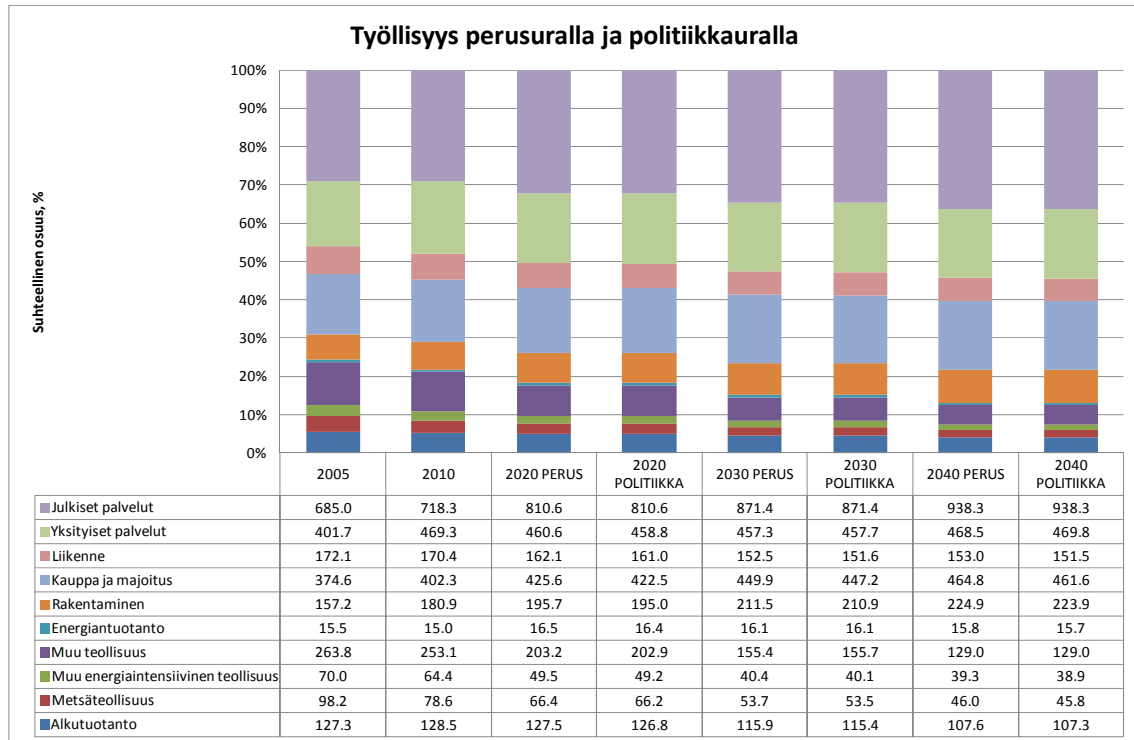
Kuva 3.12 Toimialarakenne perusuralla ja politiikassa



Kuva 3.13 Työllisyyden muutos perusuraan verrattuna

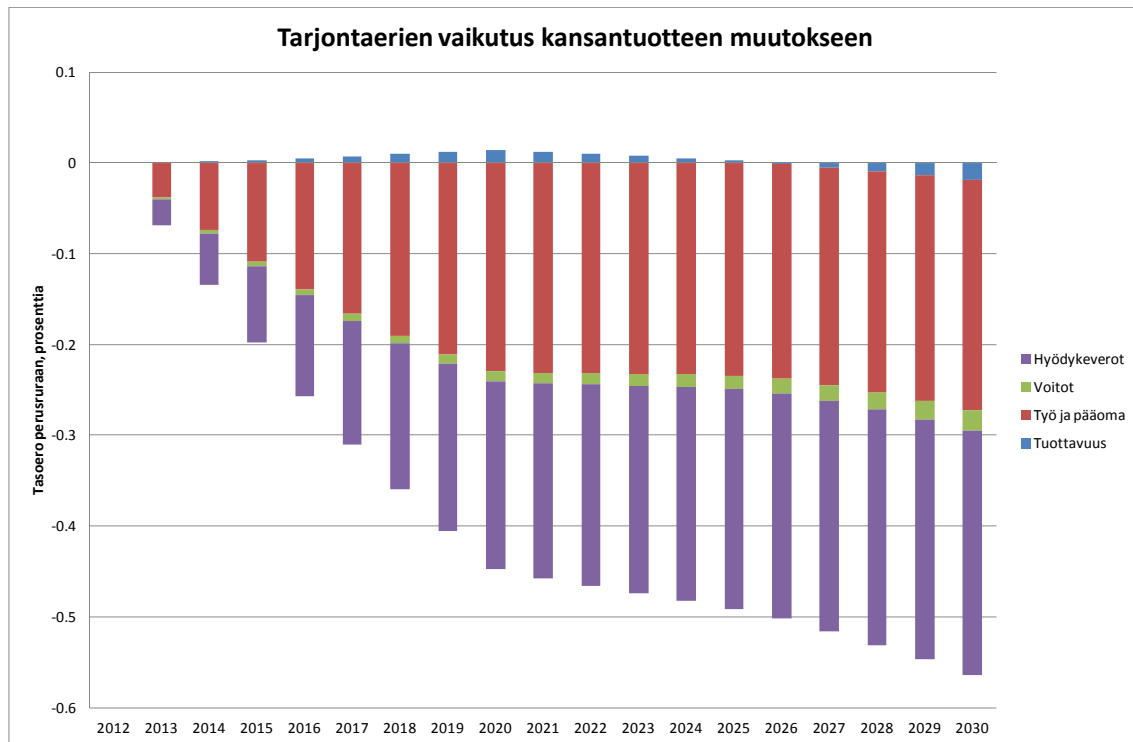


Kuva 3.14 Työllisyysrakenne



Kuluvan vuosikymmenen aikana työllisyys ja useiden toimialojen investoinnit jäävät kuitenkin perusuraa alemmaksi. Tästä johtuen myös kansantuote jää perusuraa alemmalle tasolle. Kuvassa 3.15 tarkastellaan kansantuotetta tuotannon tekijöiden näkökulmasta. Kuvan perusteella työllisyyden ja investointien lasku selittää noin puolet kansantuotteen laskusta. Tuotannon ja kulutuskysynnän lasku vaikuttaa myös hyödykeverokertymiin, mikä näkyy hyödykeverokertymän laskuna perusuraan verrattuna ja selittää toisen puolen kansantuotteen laskusta. Kuvasta 3.15 näkyy lisäksi, että talouden sopeutuminen muuttuneisiin hintasuhteisiin parantaa tuottavuutta lievästi 2010-luvulla, kun energiasektorilla toteutetaan suuria investointeja. Seuraavalla vuosikymmenellä tämä vaikutus kääntyy negatiiviseksi.

Kuva 3.15 Tarjontaerien kontribuutio



Kuvassa 3.16 tarkastellaan valtion tulojen muutoksia perusuraan verrattuna. Päästökauppa synnyttää veronluonteisia tuloja siirryttäessä päästöoikeuksien huutokauppaan vuodesta 2013 alkaen, jolloin päästöoikeuksien ilmaisjako asteittain pienenee. Kuvassa nämä tulot on laskettu osaksi välituotteilta kerättävää tuoteverokertymää. Vuoteen 2020 mennessä huutokauppatulojen osuus tästä kertymästä on noin neljännes. Välituotteilta kerättävien verojen kertymää kasvat-
taa myös EPK-sektorilta kerättävien energiaverojen, ennen kaikkea liikenteen ja sähköveron, kertymän kasvu. Myös kuluttajilta kerättävien verojen määrä kasvaa, mutta kertymän muutos jää selvästi pienemmäksi, koska kulutuskysyntä laskee perusuraan verrattuna. Tuloja pienentävät muun muassa syöttötariffit, mutta niiden vaikutus – vajaa pari sataa miljoonaa vuonna 2020 – on otettu huomioon jo perusurassa. Kaikkiaan päästökaupan ja energiaverotuksen tuottamat lisätulot valtiolle vähentävät julkisen sektorin vajetta 64 miljoonalla vuonna 2013 ja vuoteen 2020 mennessä jo 610 miljoonalla. Ilmastopolitiikka lisää siis selvästi julkisen sektorin säästöjä.

Kuvassa 3.17 tarkastellaan päästötavoitteen tiukentamisen vaikutusta koko kansantalouden rahoitustasapainoon. Julkisen sektorin lisääntyneet tulot näkyvät sen kasvavina säästöinä, jotka kohoavat 55 miljoonaa perusuraa korkeammalta tasolta vuonna 2013 yli 500 miljoonaa perusuraa suuremmiksi vuonna 2020. Kotitalouksien säästäminen sen sijaan laskee reaaliansioiden perusuraa heikomman

kehityksen vuoksi, jolloin koko kansantalouden säästäminen kasvaa nettomääräisesti vain 5 miljoonaa perusuraa enemmän vuonna 2013. Vuoteen 2020 mennessä koko kansantalouden säästäminen kasvaa kuitenkin yli 120 miljoonaa enemmän kuin perusuralla.

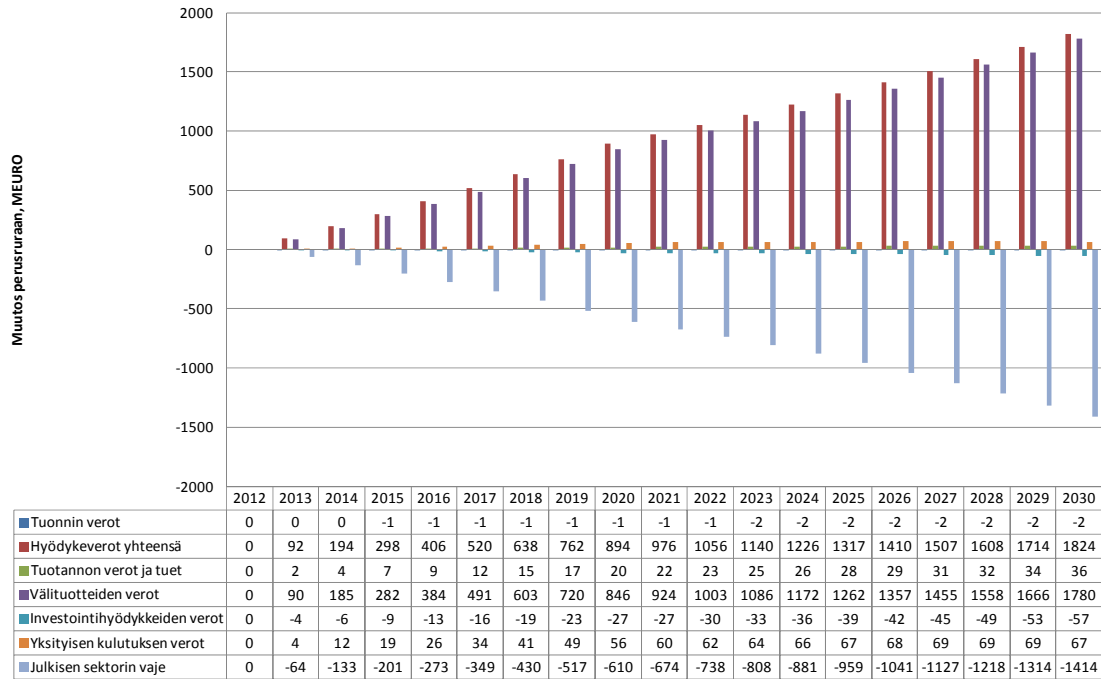
Kuvasta 3.17 käy myös ilmi, että päästörajoitteen tiukentaminen parantaa ulkoista tasapainoa. Tämä johtuu ennen kaikkea nettoviennin kasvusta: vienti kylläkin laskee, mutta tuonti – ennen kaikkea fossiilisten polttoaineiden tuonti – supistuu suhteellisesti enemmän. Niinpä esimerkiksi kivihiilen ja maakaasun tuonti jää 5-6 prosenttia perusuraa alemmalle tasolle vuonna 2020. Muissa tuoteryhmissä tuonnin lasku on tasaisempaa vaihdellen 0,5 ja 1 prosentin välillä vuoteen 2020 mennessä ja selittyy kotimaisen tuotannon ja kulutuksen kasvun hidastumisella.

Kuvan 3.17 perusteella päästörajoitusten tiukentaminen parantaa vaihtotasetta lähes yhtä paljon kuin kauppatase paranee. Tämän johtuu siitä, että kotimaiset investoinnit laskevat samaan aikaan kuin kansantalouden säästäminen kasvaa. Investointien laskuun vaikuttaa yllä kuvattu tuotto-odotusten heikentyminen mutta myös toimialarakenteen muutos. Pidemmällä tähtäimellä investointien kasvun hidastuminen voi hidastaa talouskasvua, jos nopeasti kasvavien toimialojen osuus kokonaistuotannosta alkaa pienentyä, kuten kuvasta 3.16 kävi ilmi.

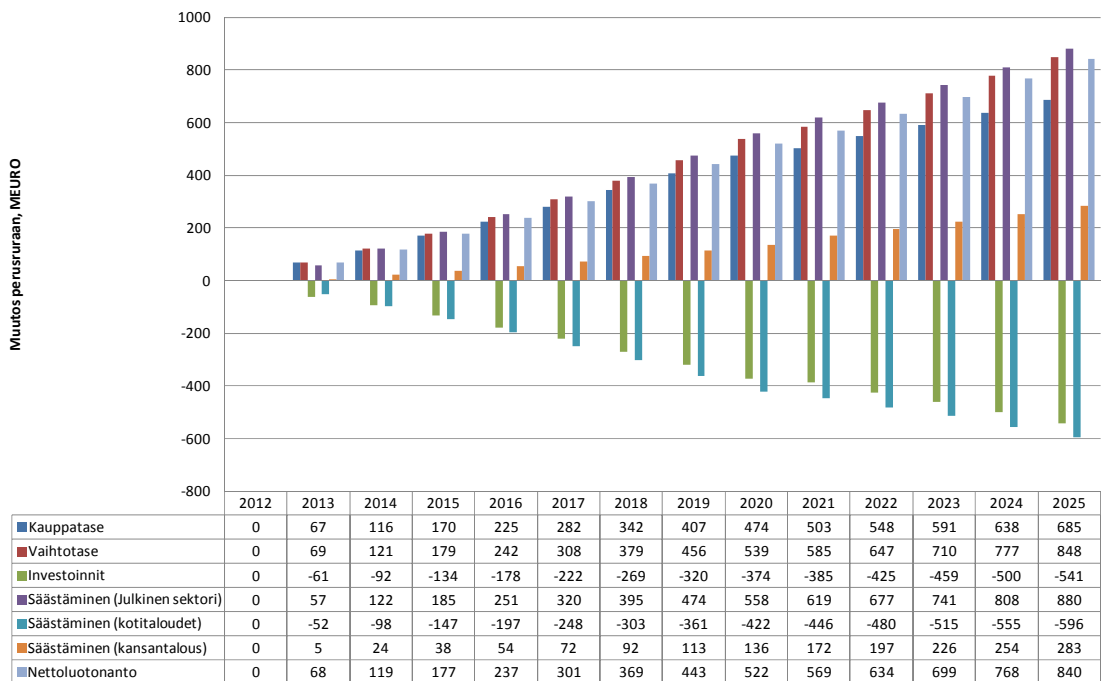
Kuvassa 3.18 on kuvattu kuluttajien hyvinvoinnin muutos euromääräisesti. Tämä tapa tarkastella hyvinvointia perustuu arvioon siitä, kuinka käytettävissä olevien tulojen laskua vastaa kulutuskorin muutos perusuraan verrattuna. Kuluttajille koituva hyvinvoinnin lasku perusskenaarioon verrattuna on noin 1,1 miljardia euroa vuoteen 2020 mennessä. Henkeä kohti tämä tarkoittaa, että 30 prosentin vähennystavoitteen lisäkustannus alempana kulutuksena on vajaat 30 euroa vuodessa vuoteen 2020 mennessä. Euromääräisesti kustannus henkeä kohti on siis varsin maltillinen. Toisaalta on selvää, että kireämpi tavoite lisää koko verojärjestelmää aiheuttavia kustannuksia.

Kuten kuvassa 3.17 esitettiin, päästökauppa ja energiaverotuksen kiristäminen toisivat alusta alkaen merkittäviä lisätuloja valtiolle. Jos nämä tulot – 64 miljoonaa vuonna 2013 ja 610 miljoonaa vuonna 2020 – suhteutetaan niiden aiheuttaman hyvinvoinnin menetykseen, saadaan hyvinvoinnin menetyksen ja kerätyn nettotulon suhteeksi 2,2. Tämä suhdeluku, julkisen rahoituksen yhteiskunnallinen marginaalikustannus, kuvaa verotuksen ja julkisen varainkäytön tuottamaa lisäkustannusta, jota usein kutsutaan tehokkuustappioksi yhteiskunnalle. Suomessa eri verolajien marginaalikustannus asettuu 1,5:n molemmiin puolin (Honkatukia 2011), mihin verrattuna päästöjen lisärajoitusten aiheuttama hyvinvointitappio on korkea.

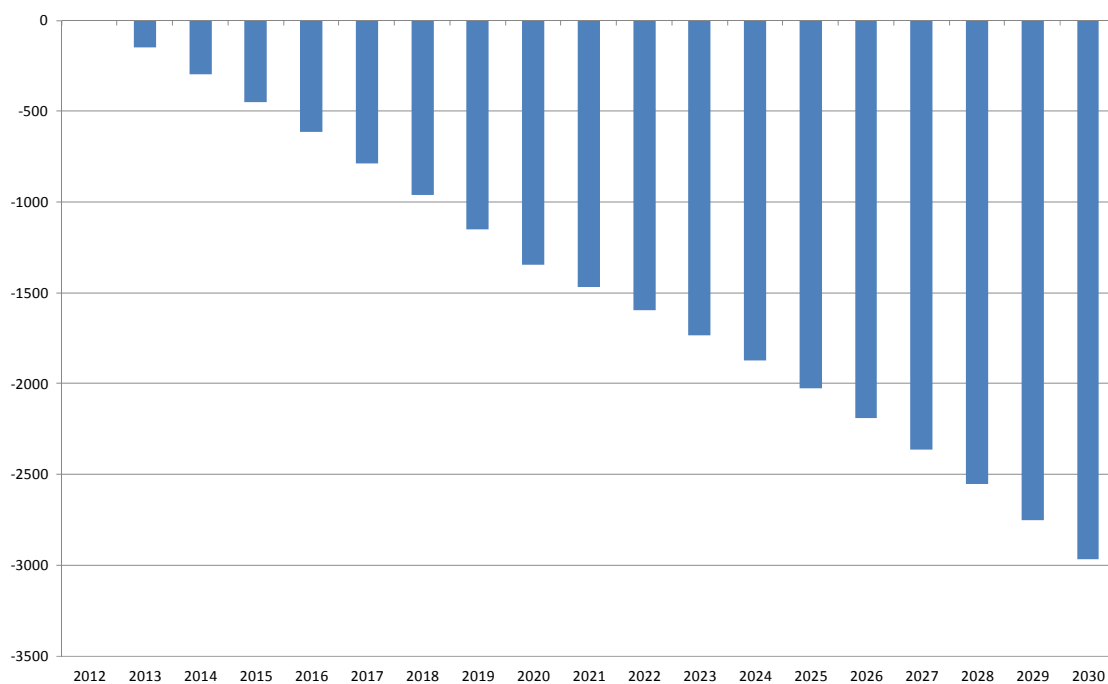
Kuva 3.16 Vaikutus julkisen sektorin tasapainoon, miljoonaa euroa



Kuva 3.17 Vaikutus säästämiseen ja ulkoiseen tasapainoon, miljoonaa euroa



Kuva 3.18 Muutos kuluttajien rahamääräisessä hyvinvonnissa, miljoonaa euroa



4 Johtopäätökset

Energiajärjestelmätarkastelujen johtopäätöksenä voidaan todeta, että kiristyvän päästövähennystavoitteen vaikutukset energiantuotantoon ja käyttöön ovat vähäiset. Tässä hankkeessa määritetyillä perusuran ja politiikkaskenaarion oletuksilla ei-päästökauppasektorin kasvihuonekaasupäästöjen lisävähennystarve olisi noin 2 Mt CO₂ eq vuonna 2020, kun oletetaan, että EPK-sektorin päästöjen vähentämisen tavoite kiristyy nykyisestä 16 prosentista 23 prosenttiin. Päästötavoitteen tiukennus johtaa kaikkien kasvihuonekaasujen vähennykseen lähes kaikilla EPK-toimialoilla. Siten TIMES-VTT -mallin optimoiman kustannustehokkaimman ratkaisun mukaan, millään yksittäisellä tai edes muutamalla toimenpiteellä tai politiikalla tavoitteeseen ei päästäisi kustannustehokkaasti. Mallitulosten perusteella kiristyvän päästötavoitteen aiheuttamat energiajärjestelmään kohdistuvat suorat lisäkustannukset olisivat noin 170 M€ vuonna 2020, mutta vuonna 2030 lisäkustannukset jäisivät jo hieman pienemmiksi, sillä EPK-sektorilla uusia politiikkatoimia ei enää tule. Lisäkustannuksissa ei ole otettu huomioon mahdollisuutta hyödyntää joustomekanismeja, mikä voisi olla puolet kasvihuonekaasujen lisävähennystarpeesta. Kiristytvä päästötavoite nostaisi myös sähkön ja kaukolämmön hintoja, tosin erityisesti sähkön markkinahinnan kehityksen vaikutusten arviointi on verrattain epävarmaa.

Kansantaloudellisten laskelmien mukaan päästötavoitteen saavuttamiseksi jouduttaisiin käyttämään päästökaupan lisäksi kotimaisia taloudellisia ohjauskeinoja (esimerkiksi energiaverotusta) ja joustomekanismeja. Nämä vaikuttavat eri toimialojen suhteelliseen kustannusrakenteeseen ja vaikuttavat niin vientiin kuin kotimaiseen kulutukseenkin. Kireämpi päästötavoite muuttaa siis toimialarakennetta, mutta perusskenaarioon verrattuna ero ei ole kovin suuri millään toimialalla. Toimialat, joiden ennakoitaan kasvavan perusskenaariossa, kasvavat myös kireämmän päästötavoitteen skenaariossa, joskin hieman hitaammin kuin perusskenaariossa.

Toimenpiteistä aiheutuu kuitenkin lisäkustannuksia, jotka viime kädessä näkyvät kuluttajien hyvinvoinnissa ja jotka menetetyn kulutuksen arvolla mitattuna ovat vuonna 2020 toista miljardia euroa perusskenaarioon verrattuna. Ne ylittävät selvästi energiajärjestelmän sopeuttamisesta aiheutuvat suorat kustannukset. Toisaalta taloudellisesta ohjauksesta kertyy valtiolle lisätuloja. Kaikkiaan päästökaupan ja energiaverotuksen tuottamat lisätulot valtiolle laskevat julkisen sektorin vajetta vuoteen 2020 mennessä 610 miljoonalla ja kasvattavat julkisen sektorin säästöt yli 500 miljoonaa perusskenaariota suuremmiksi vuonna 2020. Päästörajoitteen tiukentaminen parantaa myös talouden ulkoista tasapainoa ennen kaikkea fossiilisten polttoaineiden tuonnin supistuessa. Ulkoista tasapainoa parantaa lisäksi kansantalouden säästämisen kasvu samaan aikaan kun toimialarakenteen muutos hidastaa investointien kasvua.

Lähteet

- EC 2010. COM 265. Analysis of options for reducing the EU's greenhouse gas emissions by 30% by 2020
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010DC0265:EN:NOT> (7.12.2011).
- Forsström J. – Pursiheimo E. – Kekkonen V. – Honkatukia J. (2010):
Ydinvoimahankkeiden periaatepäätökseen liittyvät energia- ja
kansantaloudelliset selvitykset. VTT Working Papers 141. Espoo.
- Honkatukia J. (2009): VATTAGE – A Dynamic, Applied General Equilibrium
Model of the Finnish Economy. VATT Research reports 150, Helsinki.
- Honkatukia J. – Ahokas J. (2012): Suomen talouden rakenteellinen kehitys
finanssikriisin jälkeen – Kysyntä- ja tuotantorakenteiden muutos vuosina
2012–2030. VATT Tutkimukset 169, Helsinki.
- IEA World Energy Outlook (2011): Paris: IEA/OECD.
- Koljonen T. – Lehtilä A. (2010): Global climate challenge – a stimulant for a
new Nordic business. In Rydén (ed.): Towards a Sustainable Nordic Energy
System. PR-Offset, Mölndal. <http://www.nordicenergyperspectives.org/>
- Koljonen T. – Koreneff G. – Similä L. – Forsström J. – Ekholm T. – Lehtilä A. –
Ruska M. – Pahkala K. – Hakala K. – Lötjönen T. – Niemeläinen O. –
Rintamäki H. – Aro-Heinilä E. (2012): Suomalainen tulevaisuuden
energialiiketoiminta – skenaariot ja strategiat. SALKKU-hankkeen
yhteenvetoraportti. VTT Technology 25.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T25.pdf>
- Koljonen T. – Lehtilä A. (2012): The impacts of residential, commercial, and
transport energy demand uncertainties in Asia on climate change mitigation.
Energy Economics (painossa). <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.05.003>
- Lehtilä A. – Syri S. – Savolainen I. (2008): Teknologiapolut 2050.
Skenaariotarkastelu kasvihuonekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden
saavuttamiseksi Suomessa. Taustaraportti kansallisen ilmasto- ja
energiastrategian laatimista varten. VTT Tiedotteita 2433, Espoo.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2433.pdf>
- Lindroos T. – Hast A. – Ekholm T. – Savolainen I. (2011): Arvio ei-
päästökauppasektorin päästövähennyskeinoista ja –kustannuksista Suomessa.
VTT Tiedotteita 2605.
- Loulou R. – Remme U. – Kanudia A. – Lehtilä A. – Glodstein G. (2005):
Documentation for the TIMES Model. Energy Technology Systems Analysis
Programme (ETSAP). <http://www.etsap.org/documentation.asp>

Loulou R. – Labriet M. (2007): ETSAP-TIAM: the TIMES integrated assessment model. Part I: Model structure. Computational Management Science special issue on Energy and Environment 5 (1-2), 7–40.

Teir S. – Hetland J. – Lindeberg E. – Torvanger A. – Buhr K. – Koljonen T. – Gode J. – Onarheim K. – Tjernshaugen A. – Arasto A. – Liljeberg M. – Lehtilä A. – Kujanpää L. – Nieminen M. (2010): Potential for carbon capture and storage (CCS) in the Nordic region. Helsinki: Edita, VTT Research Notes 2556.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2010): Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energianedistämistä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti.

http://www.tem.fi/files/29773/Suomen_kansallinen_toimintasuunnitelma.pdf

VATT TUTKIMUKSET -SARJASSA ILMESTYNEITÄ
PUBLISHED VATT RESEARCH REPORTS

154. Honkatukia Juha – Ahokas Jussi – Marttila Kimmo: Työvoiman tarve Suomen taloudessa vuosina 2010–2025. Helsinki 2010.
155. Junka Teuvo: Valtionyhtiöt 1975–2008. Helsinki 2010.
156. Harju Jarkko – Kari Seppo: Yritysveropohjan harmonisoimisen vaikutus Suomen yhteisöverotuottoon. Helsinki 2010.
157. Riihelä Marja – Sullström Risto – Tuomala Matti: Trends in top income shares in Finland 1966–2007. Helsinki 2010.
158. Perrels Adriaan – Veijalainen Noora – Jylhä Kirsti – Aaltonen Juha – Molarius Riitta – Porthin Markus – Silander Jari – Rosqvist Tony – Tuovinen Tarja: The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland. Helsinki 2010.
159. Kangasharju Aki – Pääkkönen Jenni: Mainettaan parempi tuottavuusohjelma? Katsaus valtion virastojen ja laitosten työn tuottavuuteen ja työhyvinvointiin. Helsinki 2010.
160. Kangasharju Aki – Mikkola Teija – Mänttari Tuomas – Tyni Tero – Valta Maija: Vaikuttavuuden huomioon ottava tuottavuus vanhuspalveluissa. Helsinki 2010.
161. Ahokas Jussi – Honkatukia Juha: Poliittikkatoimien vaikutukset työvoiman tarpeeseen Suomen taloudessa 2010–2025. Helsinki 2010.
162. Honkatukia Juha – Marttila Kimmo: The effects of energy taxes on energy consumption in Finland between 1995 and 2004 – An historical analysis using the VATTAGE-model. Helsinki 2011.
163. Korkeamäki Ossi: Lapin ja Kainuun sosiaaliturvamaksuvapautuksen vaikutus yritysten työllisyyteen, palkkoihin ja kannattavuuteen. Helsinki 2011.
164. Honkatukia Juha – Simola Antti: Selvitys Suomen nykyisestä ja tulevasta puunkäytöstä. Helsinki 2011.
165. Honkatukia Juha – Forsström Juha – Pursiheimo Esa: Energia- ja ilmastopoliittisen toimenpidekokonaisuuden vaikutukset energiajärjestelmään ja kansantalouteen vuoden 2013 jälkeisessä päästökauppajärjestelmässä. Helsinki 2011.
166. Ahokas Jussi – Honkatukia Juha: Työvoiman tarve Suomen maakunnissa vuosina 2008–2025. Helsinki 2011.
167. Honkatukia Juha – Kinnunen Jouko – Ahokas Jussi: Ikääntymisen vaikutukset taloudelliseen kehitykseen Suomen maakunnissa ja Keski-Suomen seutukunnissa – kuinka vastata kuntatalouden menopaineiden kasvuun? Helsinki 2011.
168. Perrels Adriaan – Tuovinen Tarja: The Effectiveness of Differentiation of the Finnish Car Purchase Tax according to Carbon Dioxide Emission Performance. Helsinki 2012.
169. Honkatukia Juha – Ahokas Jussi: Suomen talouden rakenteellinen kehitys finanssikriisin jälkeen – Kysyntä- ja tuotantorakenteiden muutos vuosina 2012–2030. Helsinki. 2012.